50 коп.





ЮРИЙ ФЕДОРОВИЧ НОВИКОВ

Впервые Юрий Федорович Новиков пришел в редакцию «Эврики» семь лет назад. Казалось бы, совсем недавно, но за этот срок в издательстве «Молодая гвардия» вышли две его книги: «Осторожно: терра!» выпущена двумя изданиями в 1972-м и 1976 годах, а в 1975-м — «Беседы о животноводстве». Обе книги были отмечены премиями и дипломами на Всесоюзных конкурсах по научно-популярной литературе.

Новая книга «Беседы о сельском хозяйстве» — попытка рассказать широким кругам читателей о проблемах индустриализации сельского хозяйства, о его настоящем и будущем.

За те же семь лет Юрий Федорович Новиков прошел путь от доцента вуза до директора Научно-исследовательского института механизации животноводства, стал членом-корреспондентом ВАСХНИЛ.

Может возникнуть вопрос: как удается Юрию Федоровичу совмещать литературную деятельность с разработкой иаучных проблем? «Научная работа, безусловно, помогает в литературном творчестве, — считает Юрий Федорович, — хотя бы уже потому, что обеспечивает массой фактического материала. Но существует и обратная взаимосвязь, с первого взгляда не столь очевидная: труд писателя помогает ученому, расширяет его кругозор, позволяет увидеть разрабатываемые им конкретные научные проблемы зачастую в иеожиданно широком ракурсе, делает их бо-

Ю. НОВИКОВ Беседы о сельском хозяйстве


Эврика
[redacted]
Беседы
О СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Ю. НОВИКОВ



МОСКВА
«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»
1978

63
Н73

Новиков Ю. Ф.

Н73 Беседы о сельском хозяйстве. М., «Молодая гвардия», 1978.

208 с. с ил. (Эврика).

Очерки о сельском хозяйстве, о его сегодняшнем и завтрашнем дне.

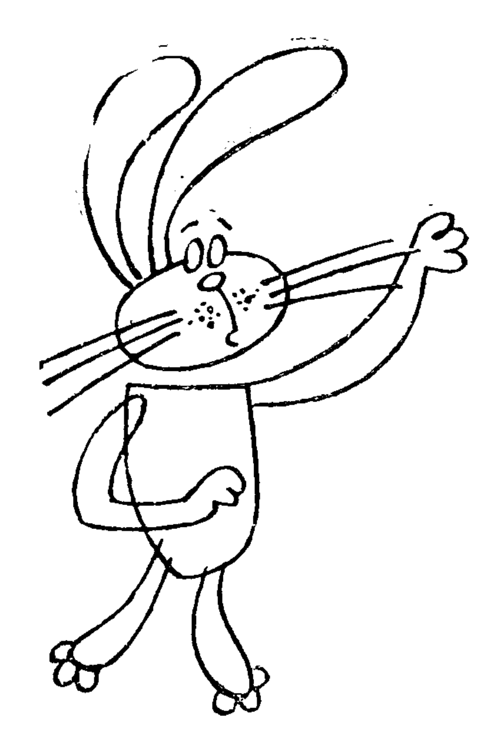
Автор — член-корреспондент ВАСХНИЛ Ю. Новиков рассказывает о путях и проблемах развития механизации сельского хозяйства, химической и биологической технологии производства, об экологических аспектах развития современного сельского хозяйства.

Н $\frac{70302-256}{078(02)-78}$ 044—78 63

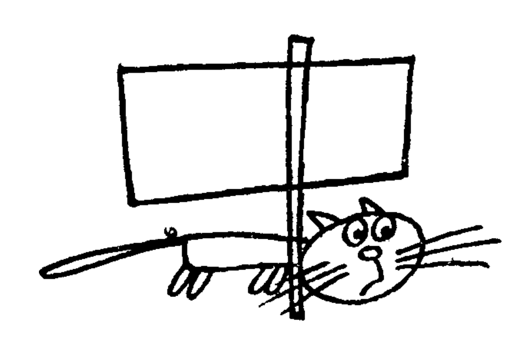
ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СОСТОИТ В ТОМ, ЧТОБЫ ОБЕСПЕЧИТЬ ДАЛЬНЕЙШИЙ РОСТ И БО́ЛЬШУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ВСЕМЕРНОЕ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВА ДЛЯ БОЛЕЕ ПОЛНОГО УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ НАСЕЛЕНИЯ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СЫРЬЕ, СОЗДАНИЯ НЕОБХОДИМЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ РЕЗЕРВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ.

Основные направления развития народного хозяйства **СССР на 1976—1980 годы**

ЧЕЛОВЕК
НА ПЛАНЕТЕ МЗВ







— Сегодняшнее сельское хозяйство — это индустрия...

— У моего деда в 28-м году всей «индустрии» было — одна лошадиная сила, и какая — кожа да кости! А он семью кормил. Сейчас же посмотрите сколько...

— Сейчас в сельском хозяйстве работает в 20 раз больше лошадиных сил, чем в 1928-м.

— Впечатляющий рост затрат на технику! А результат?

— Количество произведенных продуктов увеличилось в три с половиной, а производительность труда — в шесть раз, и это совсем не такой уж плохой результат, как вы думаете!

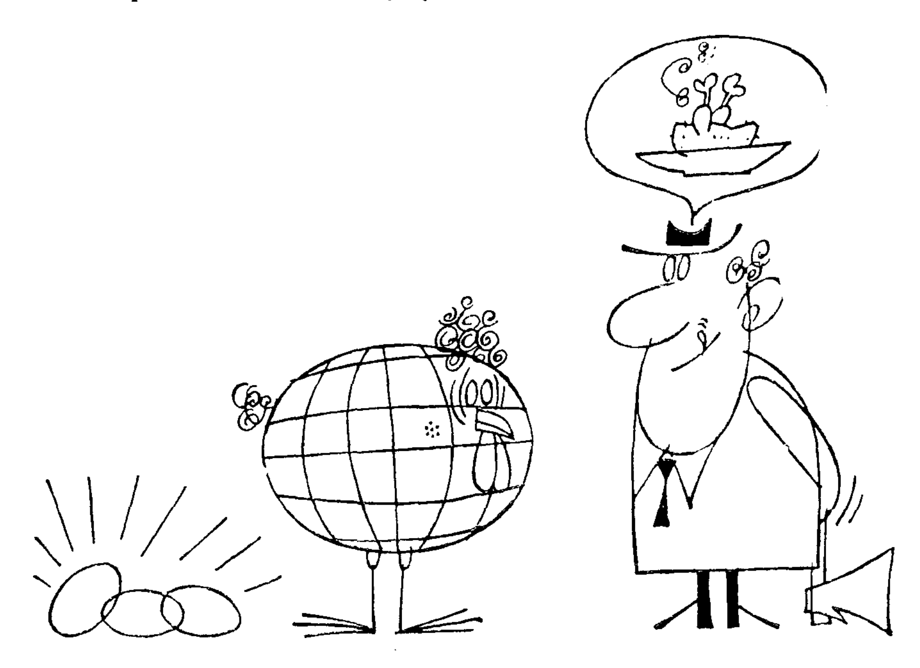
К началу 70-х годов текущего столетия специалисты подсчитали, что для удвоения урожая зерновых необходимо в десять раз увеличить мощность используемых в сельском хозяйстве механических двигателей, а также количество удобрений и химических средств борьбы с вредителями — пестицидов. Что это действительно так, доказывают цифры, характеризующие состояние сельского хозяйства в Индии, США и Японии.

В середине 60-х годов текущего столетия Индия вносила на 1 гектар своих пахотных земель около двух килограммов минеральных удобрений и всего 70 граммов пестицидов. «Энергонасыщенность» индийского гектара составляла 0,2 лошадиных силы. Те же показатели для Японии: более 200 килограммов удобрений, более семи килограммов пестицидов и более двух лошадиных сил на гектар. Разница в урожайности — в 6,4 раза! Соединенные Штаты: 50, 1,0 и 1,0 соответственно, урожайность в 3,5 раза больше, чем в Индии, и в 1,8 раза меньше, чем в Японии.

Итак, «разрыв» между затратами на превращение нашего старого «традиционного» сельского хозяйства (1928 год) в агроиндустрию (1978 год) и размерами отдачи того и другой — явление вполне, так сказать, общемировое. Чем же оно объясняется?

Есть среди русских былин сказ о Микуле Селяниновиче — один из наиболее поэтичных и, пожалуй, самый впечатляющий. Начинается он с повествования, как едет «Святогор-богатырь выше леса стоячего, головой упирается под облако ходячее...». На пути описанного богатыря встречается пеший «прохожий». На своем «доб-

ром коне» догонял Святогор прохожего довольно долго, догнать не смог и потому попросил остановиться. Прохожий послушался, снял с плеч сумочку и положил ее «на сыру землю». Естественно, богатырь поинтересовался, что в этой сумочке. Путник ответил: «А вот подыми с земли, так и увидишь». Попытался оторвать «сумочку» от земли Святогор, да сам «по колена в землю угряз». «Что это у тебя в сумочке накладено?» — «В сумочке у меня тяга земная». — «Да кто же ты есть?» — удивился Святогор. «Я есть Микулушка Селянинович!»



Не одну тысячу лет висела на крестьянине «тяга земная», сума-доля, из тяжелых самая тяжелая, но и самая необходимая, самая важная для жизни всех людей, кормящихся от него, от Селяниновича. Скромен и неярок крестьянский труд, невиден и неприметен Микула, но только он в силах поднять «ношу неподъемную». Он, а не богатырь сказочный, который головой упирается в «облака ходячие».

Несколько позже этого соревнования в поднятии тяжестей произошла встреча Микулы Селяниновича с другим богатырем — Вольгой Святославовичем. По преданию, последний был племянником великого князя Владимира, от которого унаследовал массу всякого добра и в том числе «три города со крестьянами». Направ-

лялся Вольга к этим городам «за получкою», то есть за данью; Микула ему явно приглянулся, и богатырь пригласил его с собой. Селянинович в момент встречи «пометывал» сошкой в поле борозды. С предложением молодого душевладельца он согласился, выпряг из сохи «соловую кобылушку» и поехал заодно с «дружиной хороброй». Однако через некоторое время Микула вспомнил о сохе, брошенной в борозде, что, естественно, вовсе не соответствовало тогдашним правилам эксплуатации сельскохозяйственного инвентаря, машин и оборудования. И потому попросил Вольгу Святославовича помочь ему исправить эту оплошность:

А тут ведь Вольга Святославович
Посылает всю свою дружинушку хоробрую,
Чтобы сошку из земли повыдернули,
Из омешков землю повытряхнули...
Они сошку за обори вокруг вертят,
А не могут сошки из земли выдернуть...

Пришлось Микуле самому к сохе возвращаться и сделать то, что не под силу оказалось «тридцати молодцам без единого».

Что и говорить — соха инструмент совсем не легкий, не справиться с ним любому да каждому, не привыкшему к тяжелому крестьянскому труду, будь он хоть какой «добрый молодец». И, наверное, читатель согласится с тем, что в певучих строках былины кроется горькое, но одновременно и лукавое иносказание: не столько в силе здесь дело, сколько в навыке, опыте крестьянском, в свойственном ему и только ему понимании того великого и во многом таинственного процесса, который ежегодно начинается бороздой, а кончается свежеиспеченным хлебом.

Современный плуг не соха, комбайн не серп... Конечно, они неизмеримо сложнее, но и... проще, или, точнее, легче в управлении. Исчезла необходимость обязательной преемственности в крестьянских занятиях, не только опыт да традиции создают сегодня Селяниновичей, но прежде всего точные знания, проникновение в тайны природы. Теперь Микулину сошку может выдернуть из земли практически любой «добрый молодец», имеющий за плечами курс профессионально-технического училища, техникума или тем более института. Облегчила «тягу земную» механизация...

Превращение старого сельского хозяйства в хозяй-

ство промышленное, индустриальное, основанное на сплошной механизации и автоматизации, необходимо уже потому, что сегодня один человек, занятый в поле и на ферме, должен суметь прокормить значительно больше людей, чем вчера.

В самом деле: в 1913 году на территории Российской империи жило 160 миллионов человек, в том числе 131 миллион в сельской местности. К 1976 году нас стало 260 миллионов — в 1,53 раза больше. А сельское население сократилось до 100 миллионов.

Непрерывное увеличение процента городского населения — процесс закономерный, характерный для всех развитых и развивающихся стран. Индустриализация приводит к постоянному оттоку рабочих рук из сельского хозяйства в промышленность. Еще быстрее растет число людей, занятых в сфере управления, науки, культуры и искусства. Об этом очень выразительно говорят все те же цифры статистических сводок...

В 1913 году в промышленности и строительстве были заняты 9 человек из ста, в 1940-м — уже 23, а в 1971-м — 38. В сельском хозяйстве в 1913 году — 75 человек из ста, в 1940 — 54 и в 1974 — 24. Очень сильно вырос процент людей, занятых наукой, искусством, культурой, — в 16 раз по сравнению с 1913-м и почти в 3 раза по сравнению с 1940-м! Можно смело сказать, что механизация рождает таланты, потому что все больше освобождает людей от необходимости непосредственного добывания хлеба насущного.

Выступая с Отчетным докладом на XXV съезде нашей партии, Генеральный секретарь ЦК КПСС товарищ Л. Брежнев говорил:

«Для того, чтобы успешно решать многообразные экономические и социальные задачи, стоящие перед страной, нет другого пути, кроме **быстрого роста производительности труда, резкого повышения эффективности всего общественного производства».**

Рост энергетической вооруженности сельского хозяйства, его трансформация в агроиндустрию объясняется прежде всего необходимостью постоянного увеличения производительности труда. Но есть и еще одна сторона обсуждаемого вопроса...

На проходившей в 1972 году в Стокгольме конференции ООН по окружающей среде делегаты некоторых африканских стран внесли предложение: во всех доку-

ментах конференции писать слово «человек» с большой буквы — Человек.

Предложение вовсе не банальное. Оно предполагает однозначное решение самой основополагающей проблемы, стоящей перед современностью: является ли человек одним из звеньев природы, жизни, системы «земля», наконец, или он — Человек, занимающий совсем особое место в природе?

Впрочем, постановка вопроса явно запоздала: человек задолго до того, как усвоил привычку собираться на конференции и симпозиумы, решил его однозначно, точно так же, как это предлагали сделать африканские делегаты. Он — Человек. Со всеми вытекающими отсюда последствиями. Одно из них — уверенность в том, что окружающий мир предназначен исключительно для удовлетворения его насущных потребностей.

У современного человека потребностей очень много. Сегодня, как никогда раньше, особенно остро ощущает он потребность жить в «полноценном мире», сверкающем своей богатой палитрой красок. Он даже уверен, что не сможет остаться человеком, если этот мир вдруг станет просто черно-белым.

И в то же время, оставаясь биологическим видом Homo, человек выполняет заповедь породившей его Природы: «плодитесь и размножайтесь». Экспансия, завоевание среды — естественное и главное свойство всего живого.

Итак, с одной стороны — необходимость иметь «природу для всех», чтобы сохранить самих себя, с другой — такая же необходимость дальнейшей экспансии и прежде всего расширения и интенсификации основной экономической базы — сельского хозяйства. Как разрешить это противоречие?

«Обычный», не награжденный способностью мыслить, биологический вид разрешил бы аналогичное противоречие тем, что отрастил (или утратил) новые конечности (клюв, клыки...). И тем самым стал бы другим видом (или разновидностью). Если мы не хотим и не можем идти этим путем, то должны сделать еще раз то, что уже делали неоднократно: изменить технику добывания благ насущных (и прежде всего средств пропитания), изменить технологию отношений с природой, которую мы так привыкли рассматривать как свою собственность.

Сейчас это особенно важно: ведь до сих пор индустриальное производство размещалось на планете так же, как мелкие точки на лице слегка веснушчатой девушки. Перевод сельского хозяйства на промышленные рельсы означает выход индустрии за пределы городов, на «оперативный простор». Марш заводских труб на поля — это наступление нового этапа взаимоотношений человека с природой. Одно из очень возможных последствий этого марша — вышеупомянутое превращение мира из цветного в черно-белый. Есть ли у сельского хозяйства другой путь развития, исключающий индустриализацию? Или, может быть, возможна «другая» индустриализация?

— А не кажется ли вам, что практическая реализация тезиса «природа только для нас» приводит к уменьшению вероятности мелких неудобств за счет повышения вероятности подлинных бедствий?

— Вы преувеличиваете...

— Нисколько. Разве мы не убеждаемся на каждом шагу в том, что технический прогресс — всего лишь обмен одной сложной проблемы на другую, еще более сложную?

— Ничего удивительного: для детского возраста — детские проблемы, для зрелого — зрелые. И сейчас вопрос не в том, как решить ту или иную задачу, а как избавиться от неприятных последствий решения...

Первым человеком на Земле, которому пришлось классифицировать всех на ней живущих на «нужных» и «ненужных», был, как известно, патриарх по имени Ной. Вставшую перед ним задачу он решил просто: пригласил в свой ковчег всех — и «чистых» и «нечистых». Причем, заметьте, парами. По-видимому, он предвидел горькие муки, которые выпадут на долю его далеких потомков... В течение многих тысяч лет люди, не слишком-то задумываясь, стреляли в лесах дичь, вылавливали в реках и морях рыбу и строили гигантские дымящие фабрики. Когда же задумались, то обнаружили, что на планете кое-кого уже нет. И никогда не будет. И при этом не только «вредных» (с человеческой точки зрения), но и «полезных».

Итак, мы изъяли из обращения в круговороте жизни немалое число разных видов животных и растений. А ведь между тем мир един, и не зря в конце концов единство это создало у наших предков впечатление, что весь он с мириадами живых существ появился как-то

«вдруг», в один прекрасный день (вспомните легенды «о сотворении мира»), появился когда-то очень-очень давно, да так и существует по сю пору...

Стратегия живого мира проста: достичь максимально устойчивого состояния, независимого от капризов косной, неживой, неорганической среды жизни. Между прочим, появление человека — одна из реализаций этой стратегии. Во всяком случае, считается, что он лучше других огражден от неприятных случайностей, поскольку обладает достаточно сложным мыслительным аппаратом.



Природа не располагает последним приспособлением. Чтобы обеспечить максимально надежное функционирование, она предпочла использовать другой принцип — принцип разнообразия. Именно благодаря многообразию и невероятной сложности механизма природы он не останавливается ни на мгновение вот уже несколько миллиардов лет.

Чтобы разобраться в причинах такой стабильности, используем привычный в наше время способ моделирования. Другими словами, представим себе фантастический мир — планету МЗВ, населенную исключительно морковью (дикорастущей, поскольку человека на планете нет), зайцами и волками. Во всем остальном этот мир пусть походит на наш собственный: в нем так же, как

и у нас, порой слишком холодно, а порой слишком жарко, иногда льет непрерывный дождь, а иногда месяцами на небе ни облачка.

Раз непостоянен климат, значит, непостоянен и урожай моркови. Больше моркови — больше зайцев, меньше — значит голод, безвременная смерть... Итак, число зайцев зависит от количества моркови. А число волков, конечно, от числа зайцев.

Теперь приступим к исследованию мира МЗВ. Будем каждый год пересчитывать его жителей и по данным переписи строить кривые «динамики народонаселения».

Вот урожайный год. Моркови много, и зайчихи могут вырастить больше зайчат. На следующий год зайчата станут взрослыми. Это — «год зайцев». Больше зайцев — больше пищи для волчат добудут волчихи. Так через два года (после «года моркови» и «года зайцев») наступает «время волков».

Ответить на вопрос, что станут делать расплодившиеся волки, нетрудно. Конечно, есть зайцев. Хорошо еще, если в «год волков» у зайцев хватает моркови, дабы они могли своевременно подкреплять силы и «оттачивать ум» в борьбе с волками. А если урожай невелик? Совершенно ясно: масса голодных волков в короткие сроки истребит множество ослабевших зайцев...

Впрочем, волки всех зайцев не съедят. Ведь чем их меньше, тем реже желанные встречи охотника и дичи. Вскоре волки начнут голодать, падать от слабости и болезней... Волчье поголовье начнет быстро снижаться, а заячье расти (если достаточно моркови, конечно). Так и будет существовать выдуманный нами мир неограниченно долгое время, автоматически поддерживая равновесие между составляющими его частями. Впрочем, а вдруг случится «заячий мор»? Волки ведь морковь есть не привыкли...

В реальном мире волки питаются не только зайцами, а зайцы стараются разнообразить морковную диету другими растительными блюдами. Именно поэтому его значительно труднее вывести из равновесия. Но «труднее» — не означает «невозможно».

Поселим в «трехчленном мире» МЗВ человека и посмотрим, что станет с ним. До тех пор, пока он будет ограничиваться собиранием моркови и охотой на зайцев, его можно рассматривать как более или менее ординарное звено мира МЗВ. С одной стороны, он конкурент

зайцев (в отношении моркови), с другой — волков (в отношении зайцев). Если не переусердствовать, истребив слишком много зайцев и съев излишнее количество моркови, то жить можно безбедно и достаточно долго.

Но вот человек решил, что дикорастущая морковь слишком малоурожайна, чтобы обеспечить экономическое благополучие. Прискучила и беготня за быстроногими зайцами. Распахал человек планету и засеял ее пшеницей...

Зайцы не любят жесткой соломы и твердого зерна. Вымерли зайцы, за ними исчезли и волки. И остался человек наедине со своей пшеницей... А тут вскоре напала на зерновое поле какая-то болезнь... На том все и кончилось!

Невеселый, но вполне логичный конец у нашей сказки: уж слишком простой мир придумали! Окружающий нас в миллиард раз сложнее. Значит ли это, однако, что мы можем быть в миллиард раз беспечнее?

Из пяти миллионов видов живых существ человек использует для своих нужд всего несколько сотен. Это означает, что на территории, занятой под сельскохозяйственное производство, мир стал в десятки тысяч раз более простым. Неважно, что сейчас обрабатывается всего 10 процентов суши и еще около 20 процентов используется под выпас скота. Влияние сельскохозяйственной деятельности человека распространяется далеко за пределы обрабатываемой территории.

За время своего существования на Земле (всего-то 1—2 миллиона лет!) человек ухитрился уничтожить 60—65 процентов лесного покрова суши. На сегодняшний день сведено две трети африканских тропических лесов, в США от 170 миллионов гектаров леса (во времена Колумба) осталось всего 8 миллионов.

Многих успокаивает мысль, что леса уничтожены не сплошь, а местами, так что среди полей они остаются то там, то здесь, словно острова в океане. Предполагается, что поле — человеку, а клочок леса — зверью. Много ли ему, зверью, надо?

Оказывается, много.

Сейчас доказано, что в принципе современному человеку для обеспечения прожиточного минимума достаточно 0,12 гектара земли. Для получения усиленного питания (молоко, мясо, фрукты, зелень) требуется 0,6 гектара. Если же прилично одеваться, перемещаться

по планете не пешком, а на колесах, бывать в театрах, летать на самолетах и пользоваться всеми остальными благами цивилизации, нужно прибавить к 0,6 еще столько же. Итого — 1,2 гектара на человека.

На той же площади может поместиться всего две пары жаворонков. Лесному оленю нужно во много раз больше места под солнцем. Неважно, что в области, где вы живете, еще много лесов. Важно, что они перемежаются полями. Разорванность лесных массивов для большинства лесных животных означает оторванность от себе подобных (или излишнюю скученность), невозможность продолжить род, увеличение вероятности быть съеденным хищниками.

За последние 400 лет с поверхности планеты исчезло 575 видов птиц, млекопитающих и пресмыкающихся. В участи половины из них прямо или косвенно повинны земледелие и скотоводство, и только 175 уничтожено переусердствовавшими охотниками (большая часть которых «по совместительству» были если не земледельцами, то землевладельцами).

Специалисты подсчитали, что к концу текущего столетия исчезнут десятки видов животных, занесенных в Красную книгу. И это при строжайшей их охране, категорических запретах... И при условии продолжающейся «сельскохозяйственной экспансии».

Что делать?! Природа уступает и отступает, оставляя человека в одиночестве. Смешное и грустное доказательство тому — отчет парижского управления уличным движением. Согласно ему современная парижская лошадь «до смерти» пугается, завидя на улице... другую лошадь.

Итак, фауна беднеет. Не лучше обстоит дело с флорой. В 1900 году на лугах Германии росло 2350 видов растений. Сейчас только 1445. Таковы последствия политики «природа только для нас».

Но упрощение биологических систем — «альфа и омега» земледелия! Для того чтобы жить и добывать себе хлеб насущный, люди должны выращивать не вообще растения, а только вполне определенные, наиболее для них приемлемые. А для этого им нужна земля...

Вопрос «сколько?» решить трудно. Если исходить из сохранения хотя бы минимально необходимого разнообразия окружающей дикой природы, то мы уже близки к пределу. Известный советский эколог, академик С. Шварц, например, считал, что «допустимый уро-

вень окультуривания земель не должен превышать одну треть поверхности земли». Считается, что эта норма нужна человеку для обеспечения не только количества калорий, но и «качества жизни», то есть для физического и психологического здоровья. Кто, однако, поручится, что завтра эта норма не будет сметена «под давлением обстоятельств»? И не наступит ли в конце концов время, которое иронически предвосхищал Ж. Руссо:

«Я убежден, что в недалеком времени в садах не захотят иметь ничего такого, что бывает в природе, не пожелают видеть в них ни травы, ни кустов, ни деревьев, а лишь фарфоровые цветы, фарфоровых мандаринов, трельяжи, песочек разных цветов и прекрасные, ничем не наполненные вазы».

Оставим, впрочем, прогнозы. Пока что для нас важен один лишь вывод: неизбежность расширения посевных площадей за счет «дикой природы». Оно требует от человека определенных энергетических затрат. Но этого мало. Человек вынужден постоянно защищать от окружающей среды созданные им простые миры культурных растений и животных. Если этого не делать со все увеличивающейся (пропорционально росту «полезной отдачи» сельского хозяйства) энергией, то поля и пастбища захлестнет волна «дикой жизни».

Расходы энергии и средств на защиту полей и пастбищ и постоянную войну с враждебной им средой куда больше, чем те, что тратятся на увеличение производительности труда...

Человечество живет в мире, полном всяческих «взрывов». Ему угрожают не только взрывы термоядерных бомб, но и масса других: демографический, информационный, экологический. Экологический взрыв — это непомерное и быстрое увеличение численности какого-либо живого организма: будь то вирус гриппа, холерный вибрион, зеленое растение вроде кактуса опунции или животное, подобное обычному кролику.

Экологические взрывы, в отличие от других, не производят большого шума и протекают не слишком быстро. Мгновенными они могут считаться разве что с позиций биологической истории. И тем не менее человек теряет вследствие этих взрывов куда больше близких и родных, чем в результате войн, тратит же на восстановление разрушенного еще больше.

В конце первой мировой войны вспыхнула эпидемия

гриппа, охватившая буквально весь мир. Считают, что она унесла 100 миллионов жизней. До сих пор не потухла великая пандемия бубонной чумы, которая началась в Китае в конце прошлого столетия и была занесена корабельными крысами в Индию и на Ближний Восток. Кордоны против нее, выставленные в европейских странах, до сих пор обходятся в огромные суммы.

Газеты не раз писали о пчелах-убийцах, быстро распространяющихся на территории Южной Америки. Пока единственный способ борьбы с ними — уступить дорогу...

В 1936 году на Гавайи вторглась гигантская африканская улитка. Она завоевала всю Океанию и тропические районы Америки. Величина улиток (до 23 сантиметров в вытянутом состоянии!), их прожорливость и многочисленность приводят к катастрофическим последствиям для сельского хозяйства (а кое-где и для автомашин, колеса которых буксуют в массе ползущих по дорогам слизней!).

Все перечисленные (и тысячи неперечисленных) примеры экологических взрывов-нашествий — следствие развития сельского хозяйства и транспортных средств.

Человек сделал мир единым и доступным всем. Всем — это значит не только ему самому, но и животным, и растениям, путешествующим вместе с ним независимо от того, хочет он этого или нет. Планета испытывает непрекращающееся нашествие Homo sapiens и «сопровождающих его лиц»! В результате некоторые из «сопровождающих» получают преимущества перед «туземцами».

Сейчас никто в точности не знает, сколько энергии и средств тратят люди на преодоление последствий своей коммуникабельности и индустриализации сельского хозяйства, чего стоит им борьба с экологическими нашествиями диких видов в культурную агросферу. Ясно лишь одно: цена борьбы растет. Чем все это кончится?

Отвечая на этот вопрос, известный английский эколог Ч. Элтон пишет: «Никто, по существу, не знает, сколько видов распространилось за пределы своих естественных ареалов, но таких видов, вероятно, сотни тысяч, причем тысячи из них оказали заметное влияние на жизнь человека — вызвали гибель людей или повысили стоимость жизни. Если говорить о достаточно далеком будущем, то биологический мир станет в конце концов не сложнее, а проще и беднее. Вместо шести континен-

тальных областей с их второстепенными компонентами — фаунами горных вершин, островов и пресных водоемов, разделенных преградами, препятствующими расселению организмов, образуется единый мир, в котором сохранившиеся дикие формы будут распространены до границ, определяемых только их наследственными свойствами; механические же преграды будут преодолены. Если бы мы построили шесть огромных резервуаров, наполнили их водой и при помощи узких трубок, снабженных кранами, соединили каждый из них со всеми другими; если бы мы добавили в эти резервуары различные смеси ста тысяч разнообразных химических веществ в растворе, а затем ежедневно открывали каждый из кранов на одну минуту, то вещества начали бы постепенно диффундировать из одного резервуара в другой. Если бы трубы были узкими и имели тысячи километров в длину, то процесс шел бы очень медленно. Могло бы потребоваться чрезвычайно много времени, чтобы вся система пришла к окончательному равновесию, причем к этому времени множество исходных веществ в результате химических реакций перестало бы существовать, уступив свое место новым соединениям или веществам, пришедшим из других резервуаров. Эти резервуары — материки, а трубы — транспортные средства, обеспечивающие торговые связи; но человеку не удалось полностью закрыть краны, несмотря на то, что во многих случаях он хотел бы сделать это. И хотя есть закон сохранения материи, закона сохранения видов не существует».

— Что же: модель Элтона, пожалуй, очень похожа на действительность. Смешать все — значит получить нечто единое, стандартное и простое, а это равноценно устранению множества еще живущих видов. Но, по-моему, это все равно, что с завязанными глазами вытаскивать кирпичи из стен здания: не знаешь, откуда они — с верхних этажей или фундамента? А вдруг из фундамента?

— Тогда мы живем в падающем мире...

— ...И не замечаем этого только потому, что время падения значительно больше сроков жизни одного поколения! Пизанская башня ведь тоже падает уже несколько столетий, а туристы безбоязненно ходят под ней, щелкают фотоаппаратами...

— Но вы же, наверное, знаете, что существует про-

ект спасения: башню подопрут искусственной опорой, своего рода протезом...

Человек с полным правом может считать себя агрономом уже около 20 тысяч лет. Почтенный возраст юбиляра, безусловно, дает некоторые основания для устройства приличествующих случаю торжеств. Однако, как известно, на подобных чествованиях по традиции подводятся некоторые итоги. Например, что достигнуто юбиляром за означенный период...

Когда ученые заинтересовались последним вопросом, они очень быстро установили, что валовая продуктивность самых образцовых сельскохозяйственных угодий



вовсе не так велика, как это нам кажется. Более того, оказывается, юбиляр еще не успел «обскакать» природу и установить новый мировой рекорд продуктивности в равных с ней условиях. Вот цифры.

Одна из культур, дающих максимальную валовую продукцию, — люцерна. Ее годовой урожай в энергетических единицах равен почти 25 тысячам килокалорий с каждого квадратного метра занимаемой площади. Почти столько же (21 тысячу) дают субтропические растительные сообщества пойм рек, а тропические джунгли — 45 тысяч, то есть почти в два раза больше.

Однако это люцерна... Если же взять средние данные

по всем основным сельскохозяйственным культурам, то сопоставление будет более плачевным: продуктивность сейчас едва-едва приближается к тому уровню природной продуктивности, который принято считать высоким.

Итак, человек не слишком многого достиг в занятиях «продуцированием». Другое дело — потребление...

Каждый год фотосинтезирующие организмы на Земле производят приблизительно 100 миллиардов тонн органического вещества. За этот же промежуток времени примерно такое же количество органики окисляется, превращается в углекислый газ и воду. Окисление — следствие дыхания (то есть жизни) организмов — как тех, кто синтезировал упомянутую органику (их называют автотрофами), так и тех, кто набивал ею желудок (гетеротрофы). Но баланс неточен: «приблизительно» не означает «равно».

Кое-что из созданного автотрофами остается неиспользованным гетеротрофами или использованным не до конца. Из этого «кое-что» за несколько миллиардов лет существования жизни на Земле образовались «небольшие» отложения органики — нефти, угля, почвенного гумуса, торфа и других ископаемых, которыми человек теперь полновластно распоряжается.

Исследования показали, что годовое «сальдо» между выше упомянутым «дебетом» и «кредитом» в природе крайне незначительно. В наиболее продуктивных природных системах (тропический лес, прибрежные воды южных морей) процент накопления «неиспользованной» органики близок к нулю. Таким образом, природа, стремящаяся к максимальной валовой продуктивности (и кое-чего она, согласитесь, достигла!), щедро раздает свой урожай всем живущим, обеспечивая тем самым упомянутое выше многообразие и стабильность жизни.

А человек?

Стратегии природы и человека прямо противоположны. Природа придерживается принципа «есть пирог так, чтобы он оставался целым». Последовательное осуществление его обеспечивается просто: отставанием потребления от продуцирования.

Другим следствием вышеупомянутой стратегии является важность процесса разложения органики. Без неприятного процесса гниения абсолютно невозможным было бы ежечасное возникновение новой жизни.

Стратегия человека — это получение максимума воз-

можного от среды жизни. В этом он, впрочем, не уникален. Абсолютно той же стратегии придерживается любой биологический вид. С этих позиций человек и все остальные живые существа отличаются только разными возможностями. Поскольку последних у нас куда больше, чем, скажем, у бактерий, дрожжей и грибов, участвующих в упомянутом процессе разложения, то мы и забираем с поля все, лишая перечисленные существа возможности как следует «пошевелить челюстями».

Следуя заповеди упрощения биосистем, мы превращаем в безработных (а значит, обрекаем на голод и вымирание) множество крупных и мелких существ, ранее активно участвовавших в круговороте веществ. Но раз мы изымаем что-то (или кого-то) из этого круговорота, значит, должны немедленно придумать замену...

Так, не научившись еще производить с одного квадратного метра поля больше продукции, чем природа, мы научились максимальному потреблению полученного за счет ограбления организмов, которые, не будь нас, использовали бы эту продукцию «в личных целях». А поскольку эти организмы составляют естественное звено жизни, обеспечивающее ежегодное воссоздание растраченного, постольку нам и приходится брать на себя выполняемые ими функции... Отсюда-то и проистекает необходимость расходования энергии еще по одному каналу...

Своими успехами в сельском хозяйстве, особенно в последние сто-двести лет, человек обязан тому, что ему удалось включить в растительные и животные системы дополнительные искусственные рабочие цепи. В них расходуется главным образом энергия ископаемых горючих материалов.

Современное сельское хозяйство требует огромных потоков дополнительной энергии, выполняющей значительную часть той работы, которая в естественных условиях производилась за счет «природных звеньев» системы. Это приводит в конце концов к тому, что культивируемые организмы (будь то пшеница или свинья) уже не могут поддерживать свое существование без искусственных механизмов, энергия и управление которыми находятся в руках человека. И поэтому при интенсивном ведении сельского хозяйства большая часть энергии для производства хлеба и мяса, овощей и фруктов берется не от Солнца, а из ископаемого топлива.

О том, каков коэффициент полезного действия дополнительных энергетических «вливаний» в природные процессы, точно сказать невозможно. Но если соотнести этот КПД с «естественным», то, может быть, мы даже получим право на первое место...

В самом деле, КПД переноса энергии в природных системах очень низкий: энергия Солнца усваивается растениями в процессах фотосинтеза всего на 1—3 процента, эффективность переработки органики в желудках травоядных равна 10—20 процентам. Значит, если для удвоения продуктивности нам необходимо десятикратное энергонасыщение, то это около 20 процентов отдачи... совсем неплохо!

Однако подождите радоваться! Природа вовсе не напрасно выбрала низкий КПД. Ведь в живых системах много «горючего» расходуется на «ремонт» и самоподдержание всей системы — будь это система, включающая небольшое болото или охватывающая всю Землю. Машины с их несравненно более высоким КПД — не долгожители, срок их существования — миг по сравнению со сроками жизни крупных биологических систем. Но и при столь малом сроке жизни нам приходится тратить довольно энергии на поддержание их работоспособности (которое, кстати, не учитывается при вычислении энергетического КПД).

Людям, вооруженным техникой, с помощью которой они добывают сегодня хлеб свой насущный, необходимо понять, что любое повышение эффективности культивируемой ими природной системы оборачивается необходимостью увеличения затрат на ее поддержание в течение длительного времени, охватывающего как наши дни, так и все последующие, в течение которых на Земле будет жить Человек.

— А не напоминаем ли мы в этом случае человека, всерьез утверждающего, что с тех пор как соседа переехала машина и вместо ног ему прикрутили наисовременнейшие протезы, он стал лучше ходить?

— Другими словами, вы хотите сказать, что «природа знает лучше», или, как говорил Ж. Руссо, «природа не делает ошибок»...

— В то время как человек с его всемогущественной техникой и непоколебимой верой в то, что он компетентен во всех вопросах, делает их на каждом шагу.

— Не ошибается тот, кто ничего не делает, — это

старая истина. Впрочем, и тот, кто ничего не делает, тоже ошибается.

В XVIII столетии, когда цивилизованные европейцы научились производить уже вполне приличные машины и механизмы, Ж. Руссо так определил, что такое человек: «Во всяком животном я вижу лишь хитроумную машину, которую природа наделила чувствами, чтобы она могла себя заводить и ограждать себя до некоторой степени от всего, что могло бы ее уничтожить или привести в расстройство. В точности то же самое вижу я и в машине человеческой с той только разницей, что



природа одна управляет всеми действиями животного, тогда как человек и сам в этом участвует как свободно действующее лицо. Одно выбирает или отвергает по инстинкту, другое — актом своей свободной воли; это приводит к тому, что животное не может уклониться от предписанного ему порядка, даже если бы то было ему выгодно, человек же часто уклоняется от этого порядка себе во вред».

Вопрос о том, «хорошо» это для человека или «плохо», оставим без обсуждения; Руссо, как известно, полагал, что «очень плохо», и звал людей «назад, к природе». Не первый, но, впрочем, и не последний апостол «жизни по законам природы» практического успеха не

добился. Общество продолжало развиваться «противоестественно», понастроило массу дымящих заводов, громыхающих городов и изрыгающих газ автомашин...

И лишь в одном оно осталось верным заветам Руссо: возможность подчеркнуть свое преимущественное положение «над природой», свое отличие от нее не упускалась почти никогда. Даже теперь, когда упомянутая «исключительность» человечества уже ощутимо угрожает его собственному существованию. Поневоле позавидуешь вместе с Руссо тем «благословенным временам», когда люди прямо-таки затруднялись точно установить разницу между собой и буйволом (впрочем, негры из племени бауле до сих пор считают, что этой разницы практически не существует).

Сейчас, как и две сотни (а если быть более точным, то и две тысячи) лет назад, вновь раздаются призывы опомниться и вернуться к новому «золотому веку» Руссо, к «естественному человеку». Правда, теперь, в наш техницизированный век, уже трудно говорить о «природном человеке». Но зато можно говорить о «естественной промышленности», о производстве, которое бы «составляло с природой единое целое»...

Попыток спасти человечество или, по крайней мере, найти путь к спасению в истории цивилизации чрезвычайно много. По существу, делом спасения занимались все: мифический Иисус Христос, вполне реальные утописты от Кампанеллы до Оуэна, известные писатели, ученые и философы...

В апреле 1968 года в Риме, в одном из старейших научных учреждений — «Академия деи Линчеи», собралась очередная группа «спасателей». В ее составе были высокопоставленные администраторы, ученые, экономисты, социологи и, естественно, представители деловых кругов. «Римский клуб» поставил цель: «способствовать упрочению и распространению правильного понимания той критической ситуации, которая сейчас сложилась в мире». Другими словами, собравшиеся задали друг другу вопросы: «куда все это движется» и существует ли некий «разумный вариант ведения дел в будущем»?

Поскольку задавшие вопросы не смогли на них ответить, решили перепоручить это дело группе специалистов из Массачусетского университета во главе с профессором Д. Медоузом. Группа, воспользовавшись разработанной профессором Дж. Форрестером техникой

социологического прогнозирования, предложила несколько «математических моделей будущего» и доверила их анализ вычислительным машинам. Машины сделали категорический вывод: любые гипотезы будущего, исходящие из предпосылок непрерывного экономического роста, ведут человечество к катастрофе.

Итак, человечеству предложено нажать на стоп-кран, ограничить рождаемость и снизить потребление. «Самая интересная особенность этих предложений, — писал М. де Альмейда, глава бразильской делегации на Стокгольмской конференции ООН 1972 года, — состоит в том, что их авторы предпочитают, чтобы сокращало численность и снижало потребление какое-нибудь другое общество, но не то, к которому принадлежат они сами».

Что это действительно так, убедительно доказывает один из документов Госдепартамента США, адресованный президенту Р. Никсону: «Соединенные Штаты и другие страны, участвующие в программе помощи, удручены тем, что быстрый рост населения в малоразвитых странах съедает и сводит к нулю две трети нашей помощи... Если мы и будем оказывать бо́льшую помощь, ее хватит только на то, чтобы помочь возросшему числу людей остаться хотя бы на том уровне бедности, который наблюдается сейчас... Поэтому... мы должны прекратить всякую помощь стране с растущим населением до тех пор, пока эта страна не убедит нас в том, что она делает все возможное, чтобы ограничить этот рост... На любую страну или международную организацию, мешающую решению самой насущной проблемы мира, должно быть оказано самое жестокое политическое и экономическое давление. Пусть некоторые из этих мер и кажутся репрессивными, но выбора нет».

Для новоявленных мальтузианцев действительно нет сомнений, что сокращать: роскошь богатых или потребности неимущих. Разумеется, второе! Что же касается призыва «нажать на стоп-кран», то практическое его осуществление не пошло дальше «дней без автомобиля», демонстраций преимуществ велосипедов перед моторными средствами передвижения и, конечно же, благотворительных вечеров.

Когда Бразилия объявила о начале освоения долины Амазонки, в развитых капиталистических странах раздались возмущенные голоса: что будет с человечеством, если исчезнут леса, ныне дающие планете

третью часть кислорода? При этом, как писал М. де Альмейда, намеренно забывают, что именно они «компенсируют неумеренную кислородную прожорливость американцев», давно уже живущих «чужим воздухом»!

Призыв «нажать на стоп-кран» не только вреден, но и утопичен: почему то, что было позволено сделать с лесами американцам, нельзя бразильцам? Впрочем, может быть, следует просто изменить ориентацию прогресса? Например, перейти от индустриального развития к сельскохозяйственному как более естественному? Возможно, человек некогда сделал чудовищную ошибку, повернувшись лицом к индустрии? Ведь в конце концов ему хватило бы и того, что дает одна земля...

Не только по мнению малоосведомленной публики, но и с вполне компетентной (и в то же время ошибочной) точки зрения отдельных специалистов, именно сельское хозяйство может явить «пример сбалансированных отношений с природой». Американский эколог Б. Коммонер так и пишет:

«Из множества видов человеческой деятельности, пожалуй, ближе всего стоит к природе сельское хозяйство. До того как ее коснулась техническая революция, ферма была не более чем место, где в угоду человеческим потребностям были локализованы некоторые естественные биологические процессы: выращивание растений на полях и разведение на этой базе животных. Растения и животные росли, созревали и размножались по законам, издавна установившимся в природе. Столь же естественной была и их взаимосвязь: растения всасывали из почвы питательные вещества, такие, как, например, неорганический азот; питательные вещества возникали в почве в результате постепенного воздействия бактерий на органические вещества почвы; запас органических веществ поддерживался за счет поступления в почву остатков растений и продуктов жизнедеятельности животных и путем преобразования азота воздуха в пригодную органическую форму.

При таком положении вещей экологический цикл практически сбалансирован, и с небольшими отклонениями естественное плодородие почвы может поддерживаться веками, как это происходило, например, в европейских странах и во многих странах Востока».

Обратите внимание на оговорку в последней фразе: «с небольшими отклонениями». Между прочим, эти са-

мые «небольшие отклонения» привели к возникновению так называемых «антропогенных» (то есть «от человека происшедших») пустынь и полупустынь на всех материках планеты. По достаточно надежным данным, за всю историю существования сельского хозяйства на Земле было утрачено по вине человека около 2 миллиардов гектаров некогда плодородных земель. Для сравнения: сейчас сельскохозяйственные угодья планеты занимают 1,5 миллиарда гектаров. Таковы результаты функционирования «почти идеально» экологически сбалансированного «немашинного» сельского хозяйства.

Современные глашатаи «органического» земледелия не хотят замечать этих очевидных фактов. На вышеупомянутой Стокгольмской конференции ООН некоторые представители из промышленно развитых стран призывали отказаться от индустриализации как пути увеличения экономического благосостояния и вернуться к экономике, основанной почти исключительно на сельском хозяйстве. Последнее казалось многим из них куда более «естественным» и «природным», нежели чадящая и громыхающая машина современной индустрии. Другие эксперты, несколько более знакомые с принципами современного механохимизированного сельского хозяйства, соглашаясь с тезисом «возврата», добавляли обязательное требование его «демеханизации» и тем более «дехимизации».

Немецкий биолог, автор нашумевшей книги «Демографический взрыв», П. Эрлих делает в связи с этим совершенно недвусмысленный вывод: «Цепочка причин ухудшения окружающей среды легко приводит нас к его первопричине. Слишком много машин, слишком много пестицидов, слишком неудовлетворительная очистка стоков, слишком мало воды и слишком много углекислого газа — все эти факторы легко можно свести к одному: слишком много людей».

Новоявленному пророку от мальтузианства вторит другой биолог — американец В. Девис:

«Блаженны голодающие негры с Миссисипи, которые ведут экологически правильный образ жизни именно потому, что они ничего не имеют; они-то и спасут страну».

Непонятно, конечно, как произойдет предсказанное спасение самой богатой страны мира (население — шесть, производство продукции всех видов — около со-

рока процентов от мирового). Если за счет голодной смерти указанных негров, то ведь остальным, «вполне благополучным» американцам, она не принесет облегчения: голодающие не ездят в шикарных «фордах» и не засоряют, таким образом, среду. Разве что «заразительным примером»...

Призывы остановить технический прогресс, законсервировать промышленность и вернуться к «естественному» состоянию примитивного земледелия, разумеется, не имели практических последствий. Правда, несколько юродствующих групп хиппи пытались организовать сельскохозяйственные общины на базе сохи и мотыги. Однако большой необходимости в подобном опыте не было. Дело в том, что и по сей день половина населения мира, занятая в сельском хозяйстве, продолжает ковырять землю сохой и мотыгой и даже представления не имеет ни о ядохимикатах, ни об «экологической бомбе». Самая страшная, постоянная и вполне реальная угроза, висящая над ними от колыбели до гробовой доски, — голодная смерть.

Это они-то ведут «экологически правильный образ жизни»?!. Сейчас индийский крестьянин, живущий в обезлесенной местности, вынужден использовать в качестве топлива главным образом сухой коровий помет. Тем самым он разрушает вековой круговорот веществ: животные съедают растения, но почва недополучает взамен 300 миллионов тонн «кизяка». Академик С. Шварц писал в связи с этим:

«Можно с уверенностью сказать, что громадные территории, ныне представляющие собой житницу для миллионов людей, неизбежно превратятся в выжженную пустыню — это лишь вопрос времени и не слишком большого».

Что это действительно возможно, показывает пример непрерывно растущей Сахары: к концу века она увеличит свою площадь на 20 процентов. И «виновато» здесь именно «примитивное» земледелие и скотоводство.

Делегаты от развивающихся стран на Стокгольмской конференции 1972 года единогласно заявили в ответ на предложения остановить индустриализацию и перейти к «органическому» сельскому хозяйству ввиду катастрофического загрязнения среды: «наихудшая форма загрязнения среды — нищета и голод». По убежде-

нию этих делегатов, любой способ промышленного развития, дающий надежду на увеличение производства продуктов питания, уменьшение безработицы, улучшение здоровья людей, наконец, поднятия уровня жилищно-бытовых и культурных условий, оправдывает урон, который будет нанесен окружающей среде.

Прочную основу эта точка зрения получила благодаря примеру планового природопользования в СССР. Последовательное, в течение шестидесяти лет, проведение в жизнь социалистических принципов хозяйствования превратило одну из самых отсталых стран мира в гигантскую промышленную державу. И этот невероятно быстрый процесс индустриализации не повлек за собой столь катастрофического разрушения среды, какое имело место, скажем, в процессе капиталистического развития американского государства.

— Итак, нажать на стоп-кран не удается — это очевидно. Мир будет по-прежнему развиваться «неестественно». Сельское хозяйство будет превращаться в агроиндустрию. К чему это приведет?

— В первую очередь к росту экономического благополучия. А во вторую... Подсчитано, что если к 2000 году развивающиеся страны достигнут современного уровня производства и потребления в странах развитых, то засорение среды возрастет. Хватит ли нам чистой воды, земли и воздуха?

— Вот именно, хватит ли? Как сказал один юморист: ища другие цивилизации, на всякий случай сохраните свою! Так ли уж нужна эта повальная агроиндустриализация? Я читал, что один фермер вырастил картофельный клубень весом в 49 килограммов. Вот была бы вся картошка такой — и никаких хлопот...

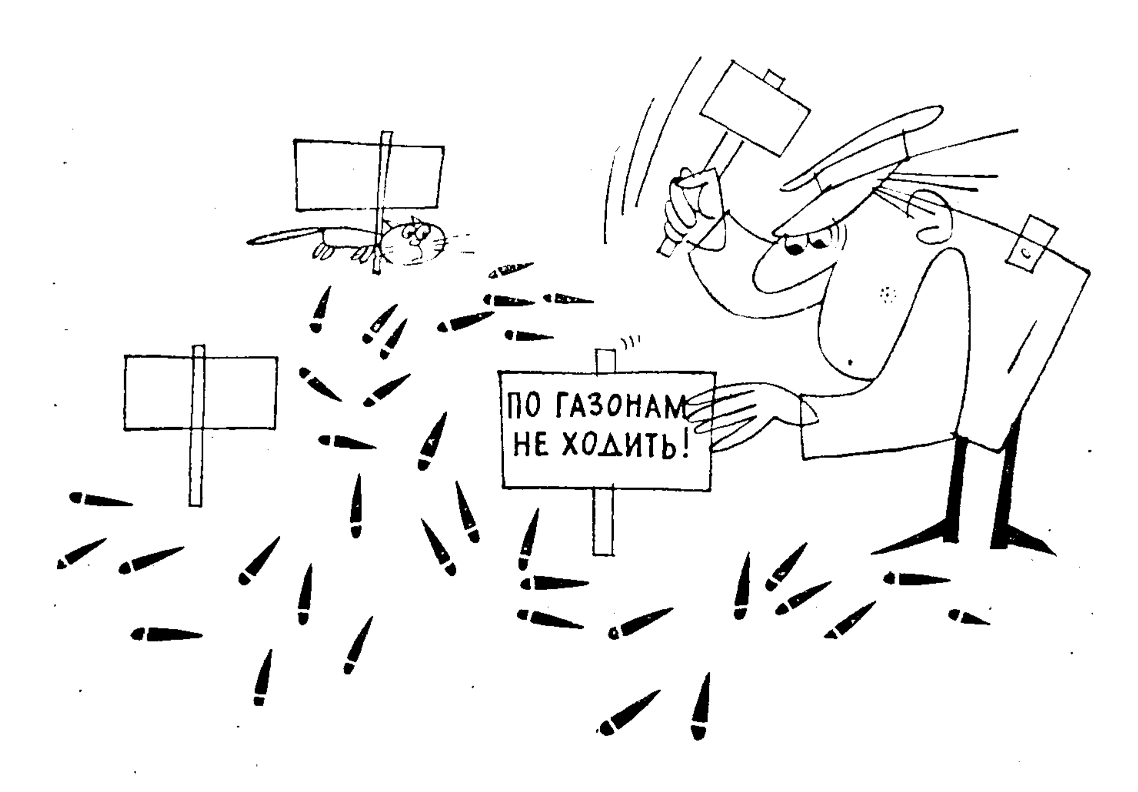
— Не все делается так, как в популярной сказке «Посадил дед репку. Выросла репка большая-пребольшая!» У деда с бабкой всего и хлопот-то было — вытащить означенный плод. В несказочных условиях их значительно больше.

В решении вопроса — «Можно ли вернуться назад к природе?» — наиболее компетентен, вероятно, Т. Хейердал. После окончания колледжа он поставил эксперимент «пересадки в дикость». Подопытными были он сам и его жена. Прожив некоторое время в условиях каменного века на одном из тихоокеанских островков,

они бежали из «обретенного рая». Пришлось оправдываться:

«Нам вовсе не хотелось уезжать. Не хотелось возвращаться к цивилизации, но нас подгоняла сила, которой было невозможно противостоять. Зов муравейника... Мы чувствовали, и я по сей день чувствую, что первозданную природу можно обрести лишь в одном месте. В своей собственной душе».

Хейердал сделал вывод: «Мы находимся в пути. Назад возвращаться нельзя, но это еще не означает, что любая дорога вперед означает прогресс».



В течение 1200 лет, со II по XIV век нашей эры, Европа испытывала давление со стороны кочевых народов Азии. Гунны и половцы, торки и печенеги, венгры и кыпчаки, татары и монголы волна за волной прорывались со своими бесчисленными стадами в южнорусские степи и далее на запад, в Центральную Европу. Все эти народы шли по коридору между Уралом и Каспийским морем. Пробитая ими тропа отчетливо видна и по сей день: это волжско-уральские пески.

Был ли выбор у человека прошлого? Что бы изменилось, найдись среди гуннов или монголов некий гений, сумевший предвидеть грядущее опустошение степей?

Разве смог бы он остановить несметные орды, гонимые бескормицей и голодом, алчностью и нуждой?!

Сейчас не нужно быть гением, чтобы предвидеть последствия «нерасчетливого» хозяйствования. Однако большая ли у нас свобода выбора, чем у гуннов?.. Наверное, все-таки да. Но ведь и ответственность неизмеримо бо̀льшая! Гунны вытоптали одно Поволжье, человечество рискует вытоптать весь мир...

В 1944 году в Мексике был создан Международный центр по улучшению сортов кукурузы и пшеницы. Возглавил его 30-летний американец Н. Борлауг. Перед центром стояла задача: «помочь Мексике помогать себе самой».

В 40-х годах Мексика ввозила более половины потребляемой пшеницы. Урожайность последней, несмотря на орошение, не превышала 8 центнеров с гектара. Почвы были истощены, страна находилась в тисках жесточайшей нужды.

Первые высокоурожайные сорта короткостебельной (карликовой) мексиканской пшеницы, созданные Борлаугом, начали распространяться в 1961 году. Уже в 1964 году мексиканцы сняли по 19,7, в 1969 — 25,9 и в 1971 — 27,9 центнера пшеницы с гектара. К настоящему времени страна практически полностью обеспечивает себя зерном.

Новые мексиканские сорта и их более поздние индийские и пакистанские производные стали главными катализаторами так называемой «зеленой революции». Мексика, безусловно, самый яркий пример ее действенности. Несколько хуже пошло дело в Индии и Пакистане. В период 1960—1964 годов здесь собрали в среднем по 8,2 центнера пшеницы с гектара, в 1965—1969 — по 9,8, а в 1970—1971 — по 12,6 центнера. В дальнейшем урожайность стабилизировалась на относительно низком уровне — от 11 до 14 центнеров с гектара.

В 1973 году правительство Индии пришло к выводу, что надежды, возлагавшиеся на «зеленую революцию», преувеличены. Значительный эффект новые сорта принесли только в крупных частных хозяйствах, имеющих возможность использовать лучшую агротехнику и машины. Анализируя причины неудачи, известный американский эколог Г. Одум писал:

«...Многие думают, что большие успехи сельского хозяйства объясняются только умением человека созда-

вать новые генетические варианты... Основанные на опыте высокоразвитых стран рекомендации для развивающихся стран могут иметь успех только в том случае, если они сопровождаются подключением к богатым источникам дополнительной энергии. До трагичного наивны те, кто полагает, что мы можем поднять сельскохозяйственное производство в развивающихся странах, просто послав туда семена и несколько «сельскохозяйственных советников». Культуры, выведенные специально для индустриального сельского хозяйства, требуют дополнительных эффективных затрат, на которые они рассчитаны!»

Репку-рекордистку ни вырастить, ни выдернуть методами сказочного деда никак невозможно!

Успех Борлауга (заслуженно отмеченный в 1970 году Нобелевской премией) явился следствием 20-летнего отбора гибридных сортов пшеницы на лучшее усвоение азота искусственных удобрений. В результате удалось вывести сорт, способный поглощать до 130 килограммов азота на гектаре площади. Обычные сорта поглощают не более 45 килограммов, при этом колосья тяжелеют до такой степени, что стебли не могут их выдержать и ложатся на землю (полегают).

Возросшая устойчивость по отношению к удобрениям в сочетании с меньшим сроком созревания (120 дней против обычных 150—180) делает новые гибриды в 2—3 раза продуктивнее, конечно, при условии, что у них будет вдосталь воды и пищи и не будет неприятностей с вредными насекомыми. Именно эти оговорки и объясняют неполноту победы «зеленой революции».

Все живое существует лишь потому, что в каждом мельчайшем комочке живой материи скрыта жизненная энергия, которой вполне хватило бы для завоевания всего мира. Известен пример с парой мух. За пять дней вес ее потомства превысит вес родительской пары в 200 раз, а за год — сплошным и достаточно толстым одеялом из жужжащих мух покроется вся планета... Разумеется, если только ничто не помешает.

Создавая искусственно оптимальную среду для жизни культурных растений и животных, человек обеспечивает условия наиболее полной реализации жизненных потенций, заложенных в них природой. Возможности такой реализации практически безграничны, поскольку практически безгранична способность любого биологиче-

ского вида к размножению. Все дело в цене, которую следует уплатить за создание искусственной среды, и в «отдаче».

Проанализируем этот вопрос на примере размножения неких «культурных организмов», предположив, что, если создать им наибольший комфорт, они будут развиваться с течением времени все быстрее. График размножения в осях «время» — «биомасса» выглядит в таком случае как парабола. Подобное — «катастрофическое» размножение прекрасно изображено в известной сказке братьев Гримм «Горшок каши», а также в научно-фантастическом романе А. Беляева «Вечный хлеб». В реальных условиях с течением времени плотность организмов в питательной среде настолько возрастает, что в одних случаях вступает в силу закон внутривидовой конкуренции, в других — среда оказывается в конце концов слишком засоренной выделениями. Как только будет достигнута соответствующая точка на кривой роста, парабола изогнется и перейдет в прямую, параллельную оси времени. Рост остановится.

Совершенно очевидно, что чем дольше мы сможем поддерживать «комфортный уровень» жизни культивируемых нами организмов, тем выше поднимется парабола, тем больший урожай мы вырастим. Прибавка урожая тем больше, чем больше «время срыва». В идеале при очень большом времени T совсем крохотная добавка бесконечно малого времени dT дает бесконечно большой скачок урожая.

Вместо времени мы могли бы по горизонтальной оси откладывать энергию и машины, капитальные сооружения, удобрения и ядохимикаты... Чем выше затраты на все это, тем выше урожай. В идеале он бесконечен...

Представим себе, однако, что, достигнув в один из сезонов очень высокого урожая за счет очень больших затрат, мы в следующий сезон в чем-то «промазали» или нас подвел климат. Один из факторов жизни культивируемых организмов оказался лимитирующим. Он-то и «слимитировал» урожай. Очевидно, что потери будут тем больше, чем выше по кривой роста мы успели продвинуться.

Все изложенное позволяет сделать весьма важный вывод: высокоурожайный сорт в случае необеспеченно-

сти каким-либо из факторов роста даст значительно большие потери, чем сорт низкоурожайный в равных условиях.

Вышеупомянутую репку коллектив, возглавляемый дедкой, вытянул, как известно, крепко ухватившись за весь пучок торчавших наружу репкиных листьев. Если бы хватались за каждый лист отдельно, не вытянули бы репку.

Вот так же сельское хозяйство нельзя «вытянуть», решая только одну проблему: селекции или механизации, химизации или мелиорации. Все настолько тесно связано друг с другом, что и говорить о проблемах сельского хозяйства и тем более решать их приходится все разом...

В течение почти всей своей истории земледелие Соединенных Штатов ориентировалось на эксплуатацию природного плодородия земли. В результате, несмотря на очень высокую степень механизации, урожайность зерновых непрерывно падала: 1875 год — 25, 1925 — 12,5 и 1930 — 9,5 центнера пшеницы с гектара. Противоэрозионные мероприятия позволили поднять продуктивность земли: в 1960 году в США получили уже 17 центнеров с гектара. Однако только после проведения комплексных мероприятий (селекция, механизация, химизация и мелиорация) средние урожаи в 1970—1975 годах перевалили за 20 центнеров с гектара.

Сходным образом обстояло дело и в нашем сельском хозяйстве, с той только разницей, что, как говорил на XXV съезде КПСС Л. Брежнев, «по ряду причин, в основном объективно-исторического характера, только в последнее время мы начали выделять для этой отрасли большие средства». В связи с этим в течение длительного промежутка времени наше земледелие ориентировалось главным образом на мобилизацию естественного плодородия почв. И поэтому же оно, несмотря на достаточно высокий уровень механизации, не могло решить задачи быстрого подъема урожайности. Значительные капиталовложения в сельское хозяйство были сделаны только в восьмой, девятой и десятой пятилетках. И результаты не замедлили сказаться. Еще недавно урожай в 15—20 центнеров с гектара в основных зерносеющих районах юга казался нормальным. А теперь он равноценен полному провалу: норма подтянулась к 30, а кое-где и к 40—50 центнерам. И, безуслов-

но, указанная норма стала бы правилом, не будь наш климат столь засушливым.

Б. Уорд и Р. Дюбо, обсуждая в своей книге «Земля только одна» проблемы «зеленой революции», пишут:

«Совершенно бесполезно вкладывать капитал в «зеленую революцию» — селекцию сортов, применение удобрений и пестицидов, подготовку рабочей силы, конструирование нового оборудования для хранения и транспортирования урожая и т. д. — если... все эти усилия сводятся к нулю отсутствием своевременного увлажнения».

Изобретение и широкое применение трактора и тракторного плуга, сеялки и комбайна не заставили растения давать два урожая в год вместо одного.

Машины не изменили принципиальные отношения человека и земли, земледельца и растения.

Все, чем располагает современное комплексно-механизированное и автоматизированное сельское хозяйство, нисколько не затрагивает самих его основ, завещанных нам тысячи лет назад. Именно поэтому рост энерговооруженности сельского хозяйства и рост капитальных затрат на его ведение все больше и больше обгоняют рост его продуктивности.

На языке буржуазных экономистов — последователей Мальтуса — описываемое отставание называется «законом убывающего плодородия земли». В соответствии с ним каждое новое вложение капитала и труда в землю дает все меньший результат, все меньший прирост продукции. «В пределе», в отличие от только что рассмотренной теоретической кривой роста биомассы, бесконечно большие затраты дадут бесконечно малый выход, а это значит, что мы вот-вот вступим на «порог эффективности» сельскохозяйственного производства.

Страшно ли это?

Человечество уже не раз стояло перед похожими порогами и каждый раз перешагивало их, несмотря на всяческих пра- и прапрамальтусов. По существу, мы все время перед порогом, только он не порог, а очередная ступенька лестницы вверх...

Людям всегда было тесно. Даже когда они еще не были людьми. Именно из-за тесноты они в незапамятные времена покинули от природы назначенную им экологическую нишу — кроны деревьев — и отправились прогуляться в прерию. Здесь, на безлесных простран-

ствах, их никто не принял с невыразимым восторгом: в том гигантском здании, которое построила природа, никогда не было свободных квартир. Чтобы получить новое жилое помещение, прачеловек вынужден был отказаться от привычки бегать на четвереньках, стать всеядным и взять в руки палку. Дальше пошло совсем гладко, и через 1—2 миллиона лет Homo sapiens понавыдумывал массу приспособлений для охоты, рыбной ловли и собирания плодов. Он стал владыкой дикой природы.

А для любого биологического вида понятие «власть» равноценно понятию «количество». Поэтому стоявшим накануне неолитической революции сапиенсам было так же тесно, как и их предкам — прасапиенсам.

Сколько их было? Подсчитать нетрудно: пусть Q — «урожай» биомассы, который можно собрать с гектара леса, саванны или приморской полосы, а q — количество биомассы, которое необходимо одному индивидууму на год. Отсюда количество индивидуумов на гектар (то есть плотность населения) $N = Q/q$.

Потребность q за время жизни человечества, по-видимому, изменялась не очень существенно: вероятно, в пределах от 300 до 600 килограммов сухого органического вещества в год. А вот урожай...

Максимум, что можно получить с гектара «дикого» ландшафта, это 2 килограмма абсолютно сухой органики в год. Итого: плотность «дикого» населения Земли при $q = 500$ будет равна 0,004 человека на гектар. И это в самых лучших условиях!

Нам неизвестно, воевали ли регулярно друг с другом люди древнекаменного века. Но то, что в неолите война стала достаточно повседневным занятием, установлено точно. Что поделаешь: теснота была ужасная: более трех-четырех человек на тысячу гектаров!

Наконец кому-то пришла в голову мысль, что тесно стало не потому, что людей слишком много, а потому, что они слишком еще плохо освоили свою новую экологическую нишу, то есть квартиру. Вот тогда-то и было изобретено земледелие.

Приблизительно через 20 тысячелетий вновь раздался крик: нас стало слишком много, а поэтому нужно воевать с размахом куда большим, чем во времена Александра Македонского. Сто с лишним лет назад К. Маркс ответил на это: нам тесно не потому, что нас много, а потому, что производимые нами блага распре-

деляются далеко не одинаково между всеми живущими. И Великий Октябрь блестяще подтвердил справедливость этого тезиса.

Прошло еще полстолетия — и снова тот же крик: нам тесно, потому что нас слишком много! Подумать только: в среднем (все по той же формуле) более 1 человека на гектар! Что ж, приходится нам отвечать правнукам Мальтуса все тем же: тесно не потому, что нас много, а потому, что мы, став владыками культурной природы, не создали пока новой культурной технологии производства продуктов питания, которые к тому же распределяются все еще далеко не везде равномерно.

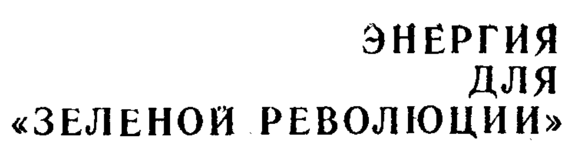
Что же в таком случае принесли человечеству 20 с лишним тысяч снятых с полей урожаев?

Прежде всего — новую технику, которая неизмеримо расширила возможности современного человека и небывало повысила эффективность «дедовской» технологии.

Вспомним некоторые исторические факты: мотыга была известна человеку задолго до того, как он научился ковырять ею землю вокруг растений. То же можно сказать и о заступе. Да и вообще первый хлеб испек не хлебороб, а «хлебособиратель». Новой технологии добывания средств насущных первый земледелец обучался, имея в руках лишь старые, явно для нее не пригодные орудия. Это уже потом придумали легенду об упавшем с неба плуге. Крестьянин много тысяч лет пахал землю, не зная даже, что он именно пашет, а не просто ковыряет ее. Он долго-долго пытался пахать без плуга и в конце концов именно поэтому и изобрел плуг.

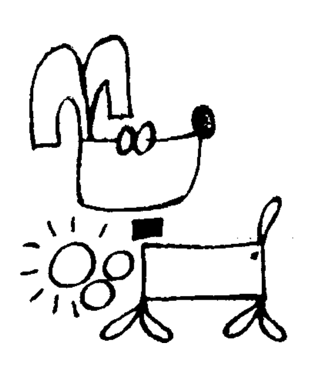
Представьте себе, как изумился бы известный греческий философ Фалес, живший в VI веке до нашей эры, если бы ему продемонстрировали работу телевизора! Но его удивление и недоверие к демонстратору стало бы неизмеримо большим, скажи тот ему, что увиденное им чудо самым непосредственным образом вытекает из его собственных опытов с магнитом и янтарем.

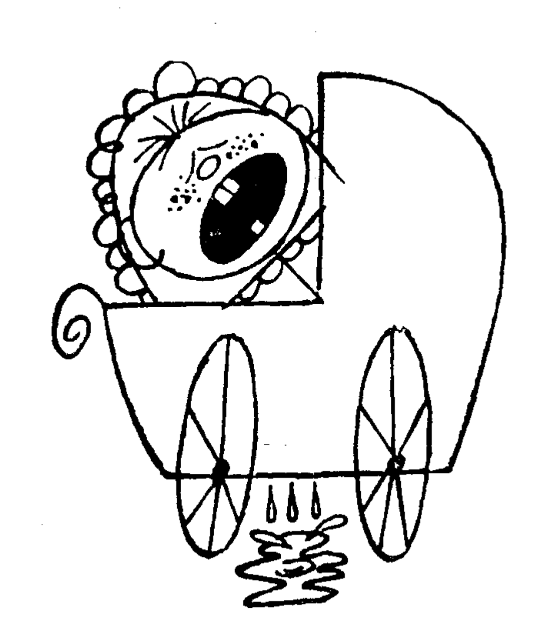
Что же удивительного в том, что мы не можем рассмотреть в тракторе и сеялке, плуге и комбайне ту принципиально новую, внешне ничем не похожую на современную технику, которая обеспечит в будущем получение хлеба и молока, мяса и картофеля независимо от капризов природы и, возможно, без необходимости пахать, сеять и убирать урожай?!



ЭНЕРГИЯ ДЛЯ «ЗЕЛЕНОЙ РЕВОЛЮЦИИ»







— Боюсь, что, глядя на плуг, я не смогу разглядеть ничего, кроме плуга, хотя и готов увидеть в нем эту самую «другую технику». Но если вы называете этот паровоз трактором...

— Видите ли, до того, как трактор стал трактором, он был паровозом.

— А до того?

— Лошадью.

Каждая эпоха предлагала использовать для дополнительных энергетических вливаний в сферу сельскохозяйственной деятельности наиболее знакомый ей двигатель...

«В лето 6415 от сотворения мира», то есть в 907 году нашего летосчисления, летописец записал: «Иде Олег на Грекы... и приде к Царюграду... И повеле Олег колеса изделати и вставити корабля на колеса; и бывшю покоену ветру, успяша пре с поля и идяше к городу. Видевше же греке убояшася и выславше Олегу: «Не погубляй город, имемся по дань, якоже хощети».

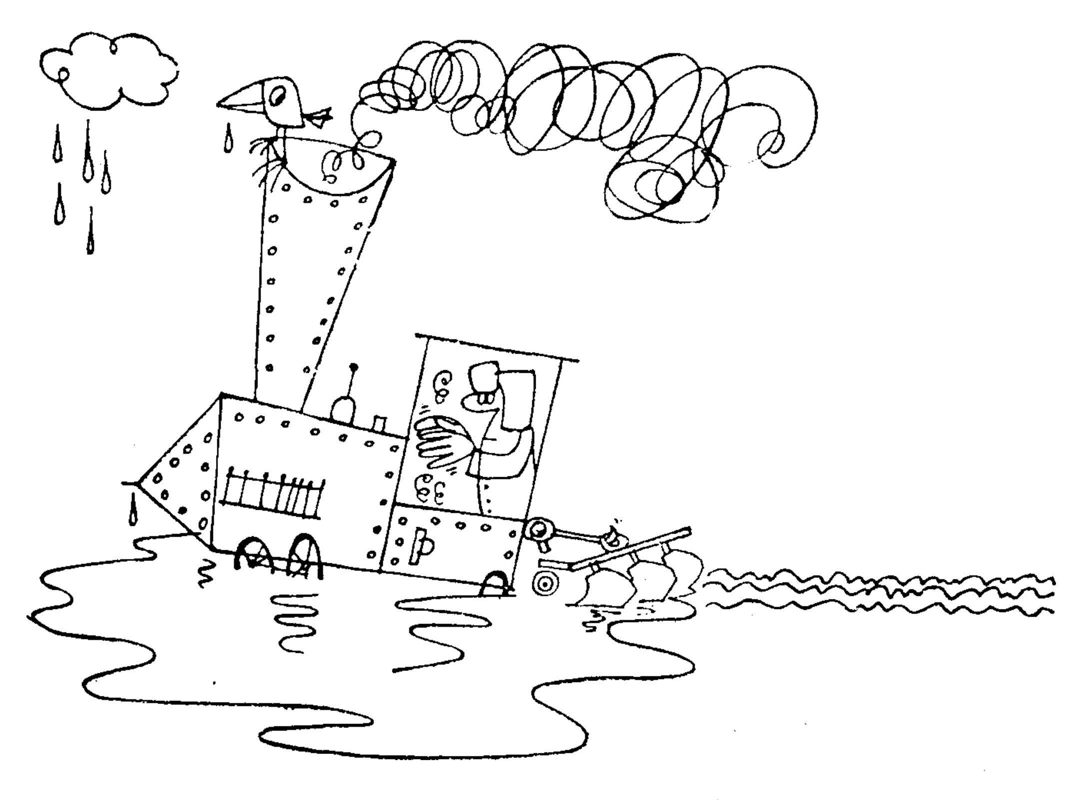
Иван Култыгин русских летописей не читал. Неизвестно вообще, был ли он грамотен. Все, что от него осталось, — запись в архивах Московского «Тайного приказа», относящихся к XVII столетию. В них значится: «Яузской бумажной мельницы работник Ивашка Култыгин задумал сани с парусами, а у тех саней два крыла, и ездить они без лошади могут. Катался Ивашка на них в пустырях ночью. А Варваринской церкви поп Михайло донес в Приказ тайных дел, что есть у Ивашки умысел. И, схватив, Ивашку пытали, и под пыткой покаялся, что хотел еще выдумать телегу с крыльями, да не успел. Сани те сожгли, а Ивашку батогами нещадно били».

За несколько столетий до Култыгина на Киевской Руси сложили легенду о Никите Кожемяке, который «сделал соху в триста пуд да запряг в нее змея Горыныча, да и стал от Киева до моря Кавстрийского межу пропахивать... а вышиною та борозда двух сажен; а кто не знает, от чего эта борозда, называет ее валом».

Учитывая то немаловажное обстоятельство, что, по свидетельству современников, вышеупомянутый змей Горыныч периодически перхал огнем, а из ноздрей дым пускал, следует признать, что в конструкции его был за-

ложен. по всей вероятности, паровой двигатель. И, таким образом, былинные сказители, ранее с успехом выполнявшие роль футурологов, опередили свое время на добрых полтысячелетия. Потому что многопудовые «сохи» с механическим приводом от парового двигателя появились в поле лишь в начале XIX столетия.

Изобретатели — народ, как правило, страшно упрямый. Пренебрегая известным законом Козьмы Пруткова, утверждающим невозможность объять необъятное, они очень часто ставят перед собой задачи, самые слож-



ные из всех возможных в данных обстоятельствах. Например, первые изобретатели механических экипажей пытались заставить их ездить по обычным грунтовым дорогам, хотя рельсовые (с ручной и конной тягой) были известны уже несколько столетий. В 1763 году французский инженер Ж. Коньо по заказу тогдашнего военного министерства создал первый паровой тягач. Он должен был тащить за собой артиллерийское орудие. К счастью для человечества, самоходные пушки появились значительно позднее: первая паровая повозка работала всего четверть часа. Коньо потерпел неудачу.

Неудача постигла и англичанина У. Мэрдока. В конце 80-х годов XVIII столетия он построил трехколесную

паровую телегу. К сожалению, У. Мэрдок не подумал о том, как управлять ею. В результате при первом же испытании машина убежала от него. Дело происходило близко к полуночи на окраине города. Сцену погони злополучного изобретателя за изрыгающим пар и дым чудовищем наблюдал местный священник. Путем несложных логических рассуждений он пришел к естественному выводу, что светящийся и непонятным образом движущийся предмет — дьявол. Оповещенные об этом прихожане сбежались на крик пастыря и в мгновение ока уничтожили творение У. Мэрдока, который с трудом унес ноги.

К началу XIX века, когда шотландец Р. Треветик изобрел паровоз, стало очевидным наступление так называемого «века пара». А потому появилось твердое убеждение, что паровоз в будущем — единственно возможный тягач и источник энергии для всех сфер деятельности человека, в том числе и для сельскохозяйственного производства. В соответствии с этой мыслью его и попытались, недолго думая, отправить в «чисто поле». И тут же столкнулись с массой серьезных неприятностей.

Прежде всего оказалось, что почтенный вес парового змея Горыныча приводит к тому, что он попросту тонет там, где его четвероногие предшественники едва след оставляют. А между тем необходимость их замены стала вполне очевидной. Ведь одна лошадь может тянуть лишь легкий, мелко пашущий плужок. Для приведения в движение появившихся в середине века цельностальных плугов требовалась упряжка одной-двух пар животных.

К тому времени досужие ученые с помощью специальных силомеров — динамометров уже установили, что чем большее количество живых существ принимается за совместное выполнение одного и того же дела, тем меньше их общий коэффициент полезного действия. Так, если тяговое усилие, которое может развивать одна лошадь, принять за 100 процентов, то четыре равноценных ей в одной упряжке дадут силу тяги на 23 процента меньше, чем ежели бы они работали поодиночке. Если же попробовать запрячь сразу десять лошадей, то потеря в силе тяги составит уже не менее 60 процентов от суммарной. Следует заметить, что для выполнения большинства сельскохозяйственных работ,

особенно наиболее трудоемкой — пахоты, такая многоконная упряжь очень громоздка и управлять ею совсем не легко. Именно поэтому многокорпусные плуги никак не могли найти себе применения, пока на полях не появились механические тягачи.

К тому моменту, когда железные дороги прочно вошли в жизнь, стало ясно: мобильный змей Горыныч стать земледробом имеет мало шансов. Сползать с рельсов или с другой какой-либо дороги с твердым покрытием на первых порах он был не намерен.

Первый в мире гусеничный трактор Ф. Блинова за ворота мастерской вышел в 1888 году. В 1896 году на Нижегородской выставке изобретатель устроил для желающих регулярные катания на своем детище. Пассажиров усаживали на платформу, последнюю цепляли к трактору, после чего пускали его по сильно пересеченной местности. Впечатления от поездки были достаточно сильными, что объяснялось, по-видимому, не только новизной ощущений (большинство посетителей ранее о существовании самопередвигающихся машин, кроме паровоза, понятия не имело), но и отсутствием рессор.

Трактор Блинова, названный им «самоходом» (слово «трактор» придумали позднее), был похож на... волжский пароход. Блинов когда-то плавал машинистом на первом пароходе по Волге и поэтому соорудил на тракторе настоящую капитанскую рубку, из которой капитан в рупор подавал команды машинисту, сидящему на корме. В зависимости от характера распоряжений впередсмотрящего машинист то включал, то выключал две паровые машины, каждая из которых обслуживала свою гусеницу. Благодаря этому самоход мог достаточно круто поворачиваться на месте или двигаться вперед. В движение машины приводились от одного вертикального парового котла, отапливаемого нефтью.

Блинов умер в последний год прошлого века, так и не дожив до осуществления своей мечты: ему не суждено было увидеть армии самоходов, занятых извечным крестьянским трудом — пахотой. Первые русские трактора вышли в поле только в 1911 году. Их создателем был ученик Блинова Я. Мамин, который еще в 1893 году, за 4 года до Р. Дизеля, создал первый нефтяной двигатель и установил его на самоходную тележку. Полу-

чился механический тягач, способный заменить «живой двигатель» — лошадь...

В крестьянском хозяйстве лошадь (или вол, буйвол) — универсальное энергетическое средство, основная сфера приложения которого — обработка земли и перевозки. На посеве и уборочных работах живую тяговую силу почти не применяли. Ведь лошадь с плугом — это двигатель с наиболее примитивным исполнительным механизмом. По существу, здесь даже нет механизма: он низведен до простого орудия. Чтобы оно работало, достаточно тянуть его за собой. А вот чтобы работала сеялка или жатка, одной тяги мало: надо еще приводить в движение их «внутренние» механизмы. Без этого семена не попадут в борозду, а колосья не будут срезаны и связаны в снопы.

Сеялки, жатки и другие сельскохозяйственные машины появились задолго до рождения трактора, но так и не смогли составить серьезной конкуренции рукам сеятеля и жнеца. Во-первых, из-за «немашинности» своего живого привода; во-вторых, из-за дешевизны упомянутых рук. Трактор, казалось бы, должен был с самого начала нацелиться на замену лошади при работе именно с подобными машинами. Однако этого не произошло именно потому, что лошадь, которую ему предстояло заменить, тянула преимущественно плуг да телегу. Значит, и ему та же судьба: быть в упряжке.

Сделать трактор транспортным средством в начале его истории не удалось: слишком уж неманевренным и грузным он был. Лошади, выступавшей в более легком весе, было нетрудно обойти механическое чудовище. А вот для неспешной и тяжелой работы в поле он оказался более пригодным. Здесь трактор легко перетягивал живых конкурентов.

Первая попытка избавить трактор от «лошадиных черт» была предпринята в 1918 году с помощью так называемого «вала отбора мощности». Несколькими шестеренками этот вал соединили с механизмом, который вращал ходовые колеса трактора. Теперь его двигатель обеспечивал еще и движение механизмов сельскохозяйственных машин. В начале 20-х годов появились, таким образом, тракторные сеялки, жатки, а потом и комбайны.

Плохо в этой конструкции было одно: механизмы машин, прицепленных к трактору, могли работать, толь-

ко пока он двигался по полю. Трактор все еще сохранял типичные лошадиные особенности: ведь в конной жатке тоже все механизмы стоят, пока стоит лошадь («крутить» их, кроме как ногами, она не умеет). Источником движения механизмов было и осталось все то же поступательное перемещение. И какая разница, откуда «забирать вращение» для рабочих органов жатки: от ее собственных колес (как это делали в конструкциях конных машин) или от колес трактора?

Зависимость вала отбора мощности от поступательного движения машинно-тракторного агрегата неудобна по многим причинам. Однако до поры до времени она всех устраивала ввиду простоты устройства двигателя, а главное — неспешности полевых работ. Ведь за первые 50 лет своей истории трактор так и не смог основательно обогнать лошадь: его «рабочие скорости» едва-едва перешагнули за порог 5 километров в час!

К середине текущего столетия сельскохозяйственные машины стали более сложными и более производительными. Их простои в поле стали обходиться все дороже... Вот, например, забился травой режущий аппарат жатки. Чтобы очистить его, надо остановиться и прокрутить вал привода жатки «вхолостую». Но раз остановился трактор, остановился и привод, двигавший механическую косу. Трактор-тягач — та же лошадь: работает, когда двигается, а когда стоит — только корм (горючее) переводит.

Два независимых привода от одного двигателя — для тракторных колес и механизмов связанной с трактором машины — как будто и небольшое изменение конструкции, но оно делает двигатель качественно иным, многоцелевым, более гибким. Теперь трактор может совместить старые функции лошади — тягача и новые — источника движения механизмов. Теперь он сообщает машине и поступательное и вращательное движение. Лошадь этого сделать никак не могла.

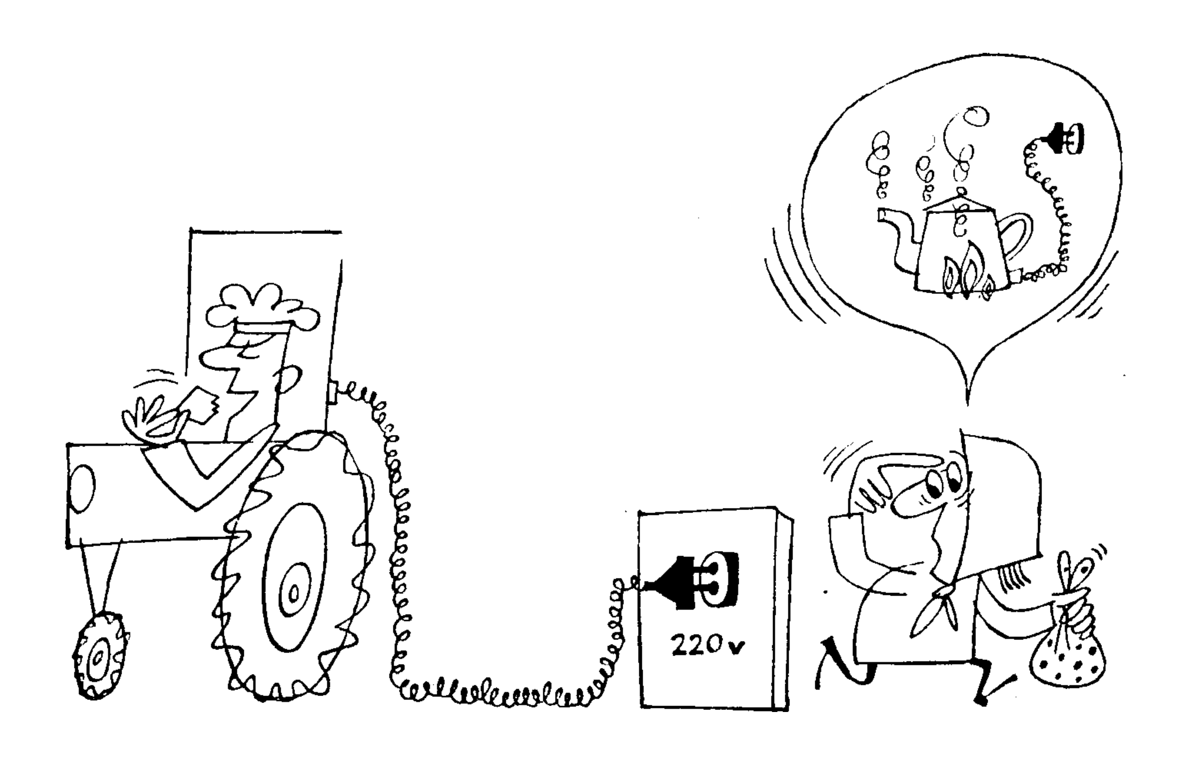
— Я читал, что К. Маркс называл идею запрячь лошадь одной из гениальнейших и редчайших из всех, что приходили на ум человеку. Что же касается идеи запрячь трактор... Что она дала?

— Мотыгой гектар вскапывают за двести, конным плугом — за два дня, а тракторным — за 1 час.

— Значит, лошадь увеличила производительность труда в 100 раз, а трактор — только в 50. Ну а КПД?

— Коэффициент полезного действия тракторного двигателя — 30 процентов, «лошадиного» — больше 90.

С того момента, как человеку пришла на ум идея запрячь лошадь, прошло несколько тысяч лет. За это время он сумел очень тщательно «вылизать идею» и превратить лошадь (вола, буйвола и тому подобные живые двигатели) в великолепнейшее и универсальнейшее транспортное и энергетическое средство. Идея «запрячь трактор» совсем молода, за истекшее время конструкторы не успели разработать ее столь же тщательно.



Есть, однако, у них решающее преимущество перед «предшественниками» — «конструкторами» лошади. Преимущество это — возможность непрерывного увеличения мощности объекта усовершенствования...

Впрочем, начать следовало бы не с преимуществ, а с недостатков. Вот, например, коэффициент полезного действия. Лошадь и вообще живая мышца в этом отношении образец для подражания. Их КПД — 90—94 процента!

Сейчас живые двигатели, несмотря ни на что, обслуживают большую часть человечества, чем механические. Однако к XXI веку моторизация планеты будет, безусловно, окончена: слишком велик расход кормов на со-

держание «живого тягла», слишком много земли требуется для их выращивания и слишком мала производительность труда. Можем ли мы, однако, заменив лошадь трактором, подтянуть КПД его двигателя до «лошадиного уровня»?

С 1936 года, когда в нашей стране началась сплошная дизелизация тракторов (перевод с керосиновых карбюраторных двигателей на дизель), и до 1946 года расход горючего удалось снизить с 230 до 195 граммов на одну лошадиную силу в час. В последующие 10 лет указанный расход уменьшился только на 15 граммов, а с 1956 по 1976 он и вовсе стал незаметным.

Совершенно очевидно: это говорит о том, что мы близки к «порогу возможностей» дизеля. В первом поршневом двигателе, созданном в 1867 году немецким инженером Н. Отто, только 15 процентов химической энергии топлива превращалось в механическую работу. В современных тракторных двигателях КПД возрос до 34 процентов, но очень сомнительно, чтобы когда-нибудь он превысил 35—40. И действительно, разве получать механическое движение путем промежуточного превращения химической энергии топлива в тепло не расточительно?! Добавьте к этому, что топливо в двигателе внутреннего сгорания фактически не горит, а взрывается. Вспомните, как выглядит этот цикл: всасывание — сжатие — взрыв — расширение...

Ну и, кроме того, будущее двигателя внутреннего сгорания омрачают еще одни родственные связи — с паровым двигателем.

В 1780 году известный английский изобретатель — он же и один из первых фабрикантов паровых двигателей Д. Уатт — попал в затруднительное положение. Пока его машины использовались при откачке воды из шахт, привод, обеспечивающий возвратно-поступательное перемещение, был очень удобен: именно такое движение совершали длинные штанги и поршни тогдашних водяных насосов (благополучно, между прочим, доживших до наших дней). Паровые двигатели Уатта легко справлялись с этой задачей: ведь и поршни этих машин движутся точно так же... Но вот их начали заказывать текстильщики и металлисты. И сразу — рекламации: для станков более удобно непрерывное вращение.

Уатт прекрасно знал, как превратить возвратно-поступательное движение поршня во вращение махового

колеса. Для этого следовало применить давно всем знакомую конструкцию кривошипно-шатунного механизма. Но была здесь одна неприятная загвоздка: указанный механизм ухитрился запатентовать другой известный изобретатель того времени — француз А. Пикар. Уатту же вовсе не хотелось платить за право использования патента...

Нам неизвестно, как обогатил Пикара его патент. Зато совершенно определенно можно сказать: получи он все причитающееся ему по закону в наше время, слава Крезов и Ротшильдов стала бы совсем негромкой... Уж очень совершенен и универсален кривошипно-шатунный механизм!

Вот уже около 200 лет он остается незаменимым во всех поршневых двигателях (автомобильных, тракторных, судовых, железнодорожных и пр. и пр.). Так что ничего удивительного в родстве «древнего» паровика и двигателя внутреннего сгорания нет.

Основной рабочий орган этих двигателей — цилиндр с перемещающимся внутри него поршнем. Поршень в цилиндре движется возвратно-поступательно. Это значит, что в крайних точках он на мгновение останавливается, прежде чем начать движение в обратную сторону. Прерывистость, «импульсивность» — далеко не лучший способ движения. Именно поэтому в борьбе за скорость и экономичность весла были заменены колесными лопастями, а эти последние — винтом. Прерывистость движения приводит к возникновению инерционных нагрузок, снижению полезной отдачи и коэффициента полезного действия.

Стряхнуть груз «паровых традиций» с двигателя внутреннего сгорания, заменить возвратно-поступательное движение его поршней на вращение рабочего ротора пытались очень давно. Собственно вращение, как начальный момент машины, исходная точка ее движения, использовалось куда чаще, чем движение ползуна: вспомните о разных видах мельниц, водяных колесах и многих других устройствах, известных человеку задолго до того, как он познакомился с паровозом. Однако создать роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания оказалось делом далеко не простым. Первым достиг успеха Ф. Ванкель, по имени которого в соответствии с традицией и окрестили новый двигатель.

Первый ванкель заработал в 1957 году. За прошед-

шие с этого времени 20 лет инженеры успели полностью «выяснить с ним отношения».

Отказ от «кривошипно-шатунной древности» и переход к выполненному в форме сложной треугольной кривой — гипотрохоиды — поршню, вращающемуся в очерченном по еще более сложной эпитрохоиде цилиндре, принес моторостроителям одновременно и надежды и разочарования.

Ванкель имеет вдвое меньший вес, чем дизель при одинаковой мощности, проще и компактнее. По-видимому, у ванкеля больше шансов стать «чистым», то есть меньше загрязнять среду, и, пожалуй, он может оказаться более дешевым. Зато ванкель съедает на 10—15 процентов больше топлива и масла. В эпоху энергетического кризиса это очень крупный недостаток, и трудно сказать, удастся ли его снять в дальнейшем.

Однако Ванкель был не первым, кто сделал вращение основным идейным принципом машины: Герон Александрийский опередил его на 2 тысячи лет. Как известно, именно он построил эолипил — прообраз современной турбины...

Сейчас газотурбинная установка считается одним из основных претендентов на звание «ведущего» транспортного двигателя. Объясняется это не столько заменой кривошипно-шатунного механизма вращающимся ротором, сколько малочувствительностью генераторов газа к качеству топлива, уравновешенностью всех движущихся частей, простотой устройства и низким весом. Помимо этого, коэффициент полезного действия турбины может достигать 40 процентов и даже немного более.

И все же это предел. Чтобы его перешагнуть, нужны принципиально новые решения, например, связанные с перспективой использования электроэнергии.

Мечта использовать электроэнергию для передвижения по планете преследовала человека с того самого времени, как он познакомился с аккумуляторными батареями. Электропривод для мобильных машин привлекает бесшумностью, безвредностью и еще многими другими «без», не присущими, к сожалению, тепловым двигателям.

Сейчас, например, трактору необходимо иметь сложнейшие механические передачи, коробки скоростей, карданные и обычные валы — и все это только ради передачи движения на собственные колеса и к рабочим орга-

нам агрегатируемой с трактором машины. Сложно, дорого, ненадежно! А чтобы передать электроэнергию от ее источника (генератора) к двигателю (электромотору), достаточно обычного гибкого кабеля. Электромотор может быть буквально «встроен» в ступицу ходового колеса, посажен на вал молотильного аппарата комбайна, он без всяких передач способен крутить мощные вентиляторы опыливателей, насосы дождевальных машин...

Удивительно: история электромобильных установок почти так же стара, как и история автомобиля и трактора! Она начинается тоже в 80-х годах прошлого столетия, когда инженер А. Романов создал свой первый электробус. Питался он от аккумуляторов его же конструкции.

За прошедшие 100 лет развития электропривода мобильных машин сделано немало, особенно в области совершенствования аккумуляторов. В результате количество получаемой энергии на единицу их веса увеличилось в 5 раз. И все же по удельной энергоемкости аккумуляторам еще далеко до обычного двигателя, о чем свидетельствует предпринятая англичанином П. Олбрайтом попытка решить спор между этими источниками энергии крайними мерами. Он предложил выбросить аккумуляторные коробки, заменив их... автомобильным кузовом, между двойными стенками которого заливается электролит.

«Электромобильный бум» только начался. Однако результаты уже налицо: сейчас серийный (!) электромобиль грузоподъемностью до одной тонны вполне конкурентоспособен по отношению к своим изрыгающим дым городским родственникам. А вот что касается более тяжелых грузовиков и тем более тракторов, то здесь прогресса мало. Ставить на них аккумуляторы — затея пока бесполезная.

Это обстоятельство было очевидно уже очень давно. И потому история электротрактора начинается с передвижной электролебедки, такой же передвижной электростанции или подстанции и огромных барабанов с электрокабелями.

Электролебедки оказались нежизненными, и от них быстро отказались: используемая в них канатная тяга далеко не лучший и, главное, не универсальный вариант механизации сельского хозяйства. Начались попыт-

ки тащить кабель за трактором, установив на нем сматывающуюся и разматывающуюся кабель-катушку — операция не слишком легкая и к тому же небезопасная. Работали над ней немало, а результаты чуть видны. В итоге пришли к выводу, что электротрактор станет выгодным, лишь когда будет разработан способ передачи энергии без проводов. Для многих энтузиастов этот вывод прозвучал как «никогда», и работы над электротрактором были приторможены.

А между тем появился новый вариант...

Мы уже говорили, что один из недостатков двигателя внутреннего сгорания — взрывной характер сжигания топлива. Чем «медленнее» горение, тем полнее сгорание топлива. Двигатель становится более экономичным и менее вредным...

Пожалуй, «предельно медленны» как источники горения топливные элементы. Горючее здесь не взрывается, а горит. Его химическая энергия сразу же трансформируется в электрическую, без «промежуточной инстанции». И это позволяет получать 70-процентный КПД.

Топливные элементы известны давно. Немало труда вложил в их совершенствование профессор О. Давтян, опубликовавший первую посвященную им монографию еще в 1947 году. Тогда у него не оказалось последователей: дороговизна изготавливаемых из благородных металлов электродов, необходимых для этих элементов, отпугнула потребителей. Но вот началась эпоха полетов в космос... Космический корабль не трактор, здесь решающий критерий — надежность и удобство. Топливные элементы отвечали этим требованиям, и ими принялись усиленно заниматься. В 60-х годах появились первые тракторы на топливных элементах. Пока что они дороги, но это — пока...

Очень сложно пока использовать и атомную энергию. Так что сельскохозяйственный трактор с атомным двигателем еще не проектируется. Однако кто знает, что сулит будущее. Мнения прогнозистов в этом отношении расходятся. Согласны они в одном: по коэффициенту полезного действия своего двигателя трактор лошадь никогда не обскачет, разве что появятся некие бионические двигатели. Но это уж из области фантастики.

По мощности трактор далеко перегнал лошадь. С 1920 по 1945 год средняя мощность тракторов амери-

канского производства возросла с 17,5 до 22,5 лошадиной силы. В следующие 15 лет — она выросла на 20 лошадиных сил и составила 43, а в 1975 году приблизилась к 90 лошадиным силам. Приблизительно так же быстро росла мощность и советских тракторов.

Похоже, что во всех промышленно развитых странах к началу 80-х годов средняя мощность тракторов возрастет до 80—110 лошадиных сил. Появятся (и уже появились) буквально тракторные геркулесы: сейчас советский К-700, например, имеет двигатель, мощность которого превышает 200, а Т-330 Чебоксарского тракторного завода — 300 лошадиных сил, харьковчанин Т-150 располагает 150 лошадиными силами. Уже созданы первые образцы 500-сильных тракторов...

Чем больше мощность двигателя, тем относительно меньше затраты на его эксплуатацию, кроме того, более мощные трактора позволяют производить сельскохозяйственные работы в более сжатые сроки. А ведь давно известно, что в земледелии «день год кормит», и что «на день раньше посеешь — на неделю раньше соберешь».

Конечно, мощность трактора беспрерывно расти не может. С повышением ее до 300 сил ему уже не хватает четырех колес. Для реализации такой мощности (обеспечения соответствующей ей силы тяги) нужны все шестеро колес, то есть три оси. Ширина колес тоже должна быть увеличена. В результате трактор очень сильно «полнеет в боках».

Существенно усложняются и условия управления: трактор становится менее маневренным, на нем труднее двигаться по пересеченной местности. Излишне солидный вес, наконец, препятствует развитию высоких скоростей движения, а увеличение их — одна из главных тенденций развития сельскохозяйственной техники.

Итак, у трактора, как и у лошади, есть «порог мощности». Следовательно, существует и некоторый пропорциональный «предел энергонасыщения» гектара, обусловленный основным средством дополнительных «энергетических вливаний» — трактором. Продолжая эту мысль, нетрудно прийти к выводу, что использование тракторной энергетики в сельском хозяйстве приводит с течением времени к «порогу продуктивности» этой сферы производства.

Многие специалисты считают широкое распростра-

нение трактора мощностью более 300 лошадиных сил экономически неоправданным; другие, что «порог» можно поднять до 500; третьи уверены, что пределы мощности тракторов должны устанавливаться... правилами уличного движения. В ФРГ, например, этими правилами запрещена эксплуатация тракторов, повышенная мощность которых приводит к необходимости увеличить их габарит по ширине более 3,5 метра.

— И правильно сделали! А то вот на днях я видел один такой трактор на нашей улице — прямо чудовище какое-то! От него не то что лошади — грузовики шарахаются! Как только земля держит?!

— А вы не обратили внимание на его колеса?

— Колеса как колеса...

— Не совсем так: они должны быть не круглые.

— Ну, еще бы! Такой трактор да на обычных колесах. Ему квадратные подавай!

Несмотря на существенное уменьшение веса трактора на одну лошадиную силу, развиваемую им, абсолютный вес его непрерывно растет. Это вызвано увеличением мощности, реализовать которую можно, только увеличив так называемый сцепной вес.

Вам никогда не приходилось задумываться, почему мы ходим или почему едет машина, везя вас из города на экскурсию. Впрочем, тут и размышлять не о чем: движение обеспечивается сцеплением с почвой ботинок или шин. Чтобы оно было лучше, на них наносят «рисунок» из выступов — впадин. В фантастическом «мире без трения» движение невозможно.

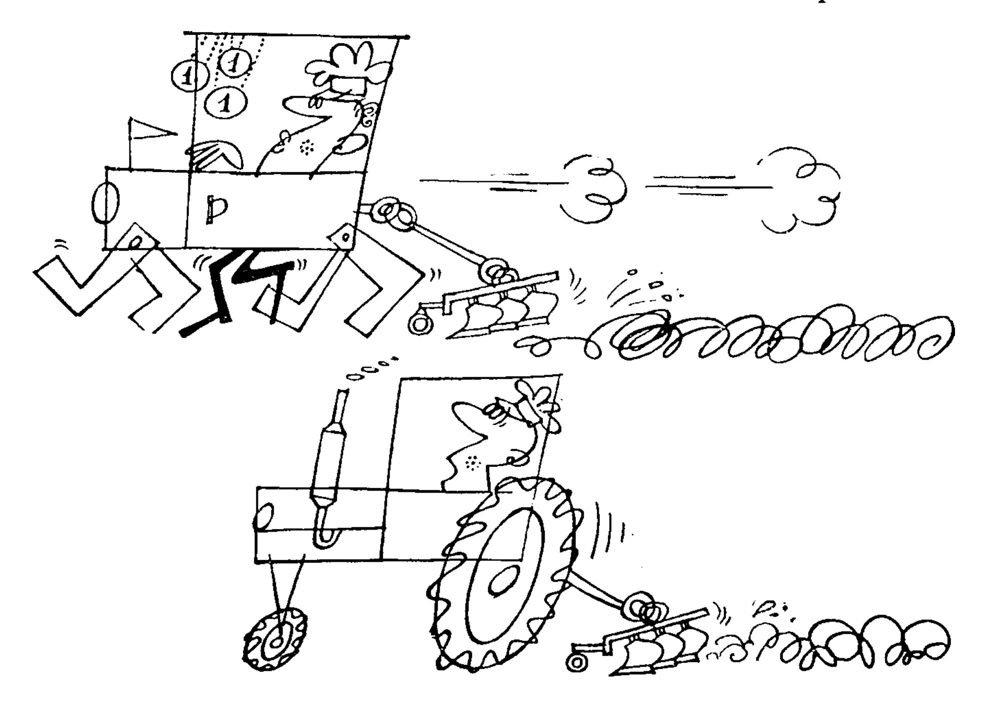
В реальном мире трактор сможет развить тем большую мощность тяги, чем лучше удается ему упереться в землю. Слишком легким в связи с этим он быть никак не может. В этом-то и заключается основное противоречие между главным энергосредством земледелия и землей, от которой трактору приходится отталкиваться и которую одновременно он обрабатывает. Некруглые (и даже квадратные) колеса — свидетельство неустанной борьбы конструктора с этим противоречием...

Академик ВАСХНИЛ В. Желиговский любил шутить. Один из разделов читаемого им в Московском институте инженеров сельскохозяйственного производства курса он обычно начинал так:

«Сегодня мы приступаем к изучению «околесицы». И, повернувшись к доске, привычно-округлым движени-

ем руки выводил на ней несколько почти идеальных окружностей...

Наука «околесица», которую преподавал маститый ученый, — раздел механики, изучающий качение колеса. Раздел важный, поскольку, как известно, человек с некоторого времени предпочитает опираться не на собственный, вполне естественный стопоходящий аппарат, а на колеса. «Неестественность» этого устройства совершенно очевидна: ведь в окружающей наших предков природе они никак и нигде не могли «подсмотреть» ни-



чего подобного. Неудивительно поэтому, что истории науки известны «теории» космического или даже «мистического» происхождения колеса, которое вначале было будто бы не средством передвижения, а предметом культа.

Действительно, перед колесами и колесницами преклонялись исстари, но в эпоху сплошной автомобилизации цена «религии колеса» стала огромной: сейчас человечество расходует «на колеса» примерно 30 процентов всего добываемого топлива. Так что «околесица» — занятие совсем не праздное.

Когда вам хочется изобразить катящееся колесо, вы рисуете циркулем окружность, касательную к горизонтальной прямой — дороге. «Идеальное» колесо соприкасается

касается с «идеальной» дорогой в одной-единственной точке. На практике такого не бывает. Чем мягче обод колеса и дорога, тем больше «пятно контакта» между ними, тем сильнее точка касания расплывается в площадку.

Плохо это или хорошо? Мягкая дорога — нелегкая езда: это известно всем. Потому что жесткое колесо продавливает в мягком грунте колею и таким образом утопает ниже уровня той прямой, которую вы изобразили на листе бумаги. Легко сообразить, что в таком случае колесу приходится непрерывно катиться в гору: оно стремится вылезти из продавленного им ущелья вверх, но вместо этого образует новую возвышенность... Катится колесо, а впереди «движется» гора.

Естественно, что непрерывно взбираться в гору труднее, чем катиться по идеально ровной поверхности. Однако этого мало. Если теперь вы попробуете нарисовать колесо, образующее колею, то убедитесь, что эта последняя напоминает не только гору, но и тормозную колодку, охватывающую часть обода. Сходство не только формальное: колея действительно притормаживает колесо и заставляет его «буксовать».

Все ведущие, то есть движущие машину, колеса обязательно немного буксуют. Это означает, что длина пути, пройденного таким колесом за один оборот, всегда хотя бы немного меньше длины окружности его обода.

Предельный случай буксования у водителей определяется коротким и выразительным: «Все: сели!»

Чем тяжелее колесная машина, тем больше колея, а значит, больше буксование и меньше шансов сдвинуться с места. В этом случае можно сколько угодно увеличивать мощность двигателя: дело от этого «не сдвигается и на шаг».

Вначале выход искали, увеличивая диаметр колеса: чем он больше, тем меньше колея. Знали об этом давно: огромные колеса среднеазиатской арбы — неплохое средство для движения по песчаной дороге. Но всему есть предел: не делать же десятиметровых колес!

Вот тут-то и вспомнили, что колесо, снабженное зубцами, — шестерня, катящаяся по другой шестерне или по зубчатой прямой рейке, никогда не буксует. Превратить опорное колесо трактора в зубчатые несложно: на стальные ободья нужно наклепать ребра-почвозацепы. При вращении они вминаются в землю, превращая ее

в подобие рейки. Конечно, земля не металл, идеальной зубчатой рейки из нее не получается. Поэтому полностью буксования не избежать.

Хуже, однако, другое: использование почвозацепов приводит к разрушению почвы. Из какой бы прочной стали ни делались шестерни, они все равно изнашиваются. Износ — следствие давления зубьев друг на друга и их относительного проскальзывания — трения. То же и при качении колеса с почвозацепами. В местах, где они оставляют на земле свои следы, почва становится плотнее, а значит, хуже пропускает влагу и воздух.

Чем больше давление, тем выше силы трения. Истирание почвы, превращение крупных ее комьев в пыль — это эрозия. Итак, жесткое колесо с почвозацепами, лишь отчасти решив задачу проходимости, вызвало к жизни проблему еще более сложную.

Выход, казалось бы, нашли, когда была изобретена гусеница. Кстати говоря, это ходовое устройство лишь внешне напоминает живую гусеницу, которая перемещается за счет последовательных сокращений тела. Такому способу движения машины еще не научились. Зато механические гусеницы подражают живым в другом — в равномерном распределении своего веса по опорной поверхности. Благодаря этому тяжелая листовертка легко передвигается по зыбкому листу, а трактор — по мягкой почве.

В начале 30-х годов казалось, что все трактора должны быть гусеничными. Широкие опорные поверхности в сочетании с относительно небольшими почвозацепами позволили резко увеличить проходимость по сравнению с колесным ходом или повысить вес, поставив более мощный двигатель.

Однако вскоре убедились, что гусеничный трактор имеет и минусы. Первый из них — сложность конструкции ходовой части, а значит, и большая сложность изготовления. Кроме того, уже в 40-х годах, когда доброму крестьянскому коню было предложено окончательно уйти на пенсию, стало очевидно, что заменить его можно лишь в том случае, если трактор станет не только основной тягловой, но и транспортной силой. А ведь гусеничный ход для перевозок мало приспособлен да и скорость дает низкую. К тому времени сельский пейзаж украсился новой деталью — асфальтовыми дорогами. Гусеничному трактору пришлось сползти на обочину,

колесный же остался на шоссе, так как к тому времени получил мягкую обувь.

Первый патент на пневматическое колесо был выдан в США в 1905 году. Для его изобретателя Г. Марона, жителя небольшого города Милуоки в штате Висконсин, это колесо, безусловно, оказалось «колесом счастья». Перспективность пневмошин оценили сразу и уже через несколько лет после выдачи патента их ставили на всех серийно выпускавшихся автомобилях. Первые трактора на пневматических колесах были выпущены фирмами «Ханомаг» и «Ланц» в 1931 году.

Сейчас не только трактор, но и практически все сельскохозяйственные машины движутся не на жестких, а на пневматических колесах. А это колесо уже как бы и не совсем колесо, хотя, конечно, еще не гусеница... Эластичный, заполненный воздухом обод колеса под действием веса машины сплющивается в нижней части. Колесо теряет идеально круглую форму, но зато увеличивает пятно контакта с почвой. Это улучшает проходимость и снижает разрушающее воздействие на почву, тем более что пневматическое колесо лишено жестких почвозацепов. Их место занимают эластичные выступы на покрышках.

Конечно, колесо, обуто оно в резину или нет, остается колесом, которому «на роду написано» буксовать. Поэтому по мере развития резинотехнической промышленности появились пневмоколеса ненормально большого диаметра и ширины. После того как на одну ось их начали сажать не по два, а по четыре, а то и больше (чтобы повысить проходимость и сцепление с почвой), трактора из-за колес не видно стало. Слишком широкий трактор не удобен не только на улицах, он не может работать в междурядьях пропашных культур, кукурузы, хлопка, картофеля...

Кроме того, основную проблему пневмоколеса полностью все же не решили: давление их на почву по поверхности контакта распределяется неравномерно. Разделив вес трактора на суммарную площадь соприкосновения пневмоколес с почвой, мы получаем только среднее давление. Если оно, к примеру, равно 3 килограммам на квадратный сантиметр, то это означает, что некоторые участки почвы под колесом испытывают в три-четыре раза большие давления. Особенно отличаются

замеры «в статике» от замеров «в динамике»: при быстром движении нагрузки намного превышают статические.

Старая чешская пословица утверждает, что «следы хозяина поле удобряют». Это верно только в переносном смысле слова. Давление ноги человека на землю, достигающее 0,5—0,6 килограмма на квадратный сантиметр, а тем более лошади (в 2 раза большее), сказывается на ее плодородии отрицательно. Это было замечено задолго до эпохи тракторизации.

В 1903 году русский журнал «Автомобиль» опубликовал статью В. Лебедева «Автомобиль или лошадь?». Молодость журнала (он издавался всего второй год) определила его оптимистический тон. Статья отвечала очень решительно: «Автомобиль!» Лошадь же предавалась анафеме: «Нет худшего, чем лошадь, врага и разрушителя мостовой. Ее четыре подковы раздробляют почву, крошат асфальт и открывают пути разрушающему действию дождя. Не преувеличивая, можно сказать, что государство сбережет миллионы на постройках и ремонте дорог и мостов, если лошадь отойдет в область истории и ее место заступит механический экипаж на резиновых шинах».

Давление на почву ног человека и лошади и нынче и 100 лет назад было одним и тем же — куда большим, чем у трактора и «шлейфа» машин к нему. И тем не менее оптимистический прогноз не оправдался: механический сельскохозяйственный привод увеличил интенсивность и частоту воздействия на землю. Сейчас, когда следы от тракторов, комбайнов, самоходных машин и автомобилей перекрывают практически 100 процентов посевной площади, проблема уплотнения стала особенно серьезной.

Исследования американских специалистов показали, что уплотнение почв в основных зерносеющих районах США снижает урожай хлебов на 8—13 процентов. Во многих странах, в том числе и СССР, были поставлены специальные опыты. Они показали, что уплотнение пылевато-иловатого суглинка трактором, колеса которого давят на землю с силой 2 килограмма на квадратный сантиметр, что повышает объемный вес почвы всего на 0,3 грамма в кубическом сантиметре, снижает урожайность картофеля более чем на 50 процентов. Имеются данные, что урожай заметно снижается даже

в том случае, когда объемный вес земли увеличивается всего на 0,01 грамма в кубическом сантиметре.

Считают, что решить проблему можно, только снизив среднее удельное давление колес на почву до 0,15 килограмма на квадратный сантиметр. Пока что сделать это, не использовав гигантских и далеко не всегда удобных шин типа «Голиаф» и им подобных, не удается. Поэтому, например, многие американские фермеры предпочитают «пробивать» на своих полях «постоянные колеи» и двигаться только по ним, не затрагивая остальную землю. Правда, в колее урожай всегда намного ниже, но что делать — все-таки выход...

Работая над увеличением проходимости колесного трактора, конструкторы решили... выпустить воздух из пневмошин. Чем меньше давление внутри их, тем сильнее они сплющиваются. В конце концов из круглого колесо становится эллиптическим, почти совсем как гусеница. Подкачивая воздух на ходу, можно превратить его в «нормальное», делать это можно автоматически, в зависимости от характера дороги. На асфальте трактор с такими опорами ведет себя как обычный колесный, на топком болоте — как гусеничный. Кстати, о болотах: автомобили и трактора, снабженные гигантскими надувными камерами вместо колес, вполне могут не только ездить, но и плавать; согласитесь, что это уже рекорд проходимости, перекрыть который гусеничному трактору, пожалуй, не удастся.

Впрочем, пока «колесники» изощрялись в придумывании разных некруглых и даже квадратных (есть и такие!) колес, а также новых «галош» для них, «гусеничники» тоже не спали. Не так давно их старания увенчались успехом: в одном из киевских институтов создана вполне работоспособная пневматическая гусеница. Ее варианты — эластичные пневмозвенья или наполненный воздухом толстый резиновый шланг. Соревнование продолжается: кто первый?

Первым, возможно, будет не колесный и не гусеничный ход. Изобретатели по-прежнему стремятся объять необъятное: до невозможной степени увеличить площадь контакта опорных поверхностей трактора с землей и снизить тем самым давление на нее. «В идеале» эту задачу можно решить двумя путями: либо создать что-то очень близкое настоящей живой гусенице, либо вовсе отказаться от опоры.

Безопорный трактор на воздушной подушке еще не получил официального, всеми признанного названия. В Польше, например, его окрестили «воздушковец», во Франции — «агроплан». Применяют подобные машины и в США, и у нас, и в ряде других стран. Пока только в экспериментальных целях. Но результаты уже вполне солидны. Польский воздушковец, например, на операциях химической защиты растений двигается над полем с недосягаемой для обычных тракторов скоростью — 50 километров в час. Французский агроплан по обычным дорогам едет на обычных колесах; воздушная подушка включается только по необходимости — над болотом, например. В последнем случае агроплан весом в три тонны (вместе с грузом) развивает скорость до 20 километров в час.

Что касается копирования способа движения «настоящей» гусеницы, то здесь пока нечем хвастаться. Конструкции, рождающиеся на чертежных столах и в экспериментальных цехах заводов, слишком сложны, чтобы конкурировать с традиционным тракторным движителем.

А вот винтоход, возможно, сможет конкурировать. Эта машина опирается на четыре цилиндра, имеющие на поверхности спиральные выступы. Комбинируя направление и соотношение скоростей вращения каждого барабана, можно заставить винтоход с равным успехом двигаться вперед и назад, влево и вправо, делать крутые и плавные повороты... Одна из японских фирм выпустила целую серию винтоходов под маркой Доротти. Доротти легко ходит по сплошному песку со скоростью до 20 километров в час, на топком болоте развивает до 5, а на воде — до 7 километров в час. Примерно таковы же эксплуатационные показатели и у нидерландского винтохода Дельта Боу...

Не так давно около болгарского села Беково нашли колесо, которое было изготовлено здешним умельцем почти 6 тысяч лет тому назад. Это самое старое из всех известных колес.

Слава тебе, мастер из Бекова! По всей вероятности, не ты был первым, кто догадался отрезать кусочек от круглого чурбака и нанизать его на палку — ось. Но несомненно: ты одно из важнейших звеньев, соединяющих нашу колесную эпоху с тем далеким днем, когда это случилось. Трудно представить себе, что бы

стало с человечеством, если бы в этот день все было по-другому. Если бы, например, на первом ученом совете прошло предложение заняться усовершенствованием... ходуль. Единственным аргументом против колеса было утверждение, что оно совершенно неестественно. А ходули — вполне.

По-видимому, следует признать, что современная цивилизация не развилась бы, не будь колеса. Трудно, однако, сказать, как бы выглядели средства передвижения, если бы поверхность нашей планеты была немного более болотистой, гористой или песчаной. Вполне вероятно, что в этом случае пришлось бы ориентироваться не на колесо, а именно на ходули.

Но все же и для Земли, какая она есть, ходули или, точнее, стопоходный механизм — аппарат не такой уж бесполезный.

В 1878 году на Всемирной выставке в Париже большим успехом пользовалось шагающее устройство знаменитого русского механика П. Чебышева. У этого механизма было четыре ноги, которые передвигались попарно, подобно конечностям любого четвероногого. Об этом и других устройствах вспомнили в середине текущего века в связи с освоением космоса. И можете быть уверены: окажись на Луне пыли так много, как думали вначале, луноход стал бы на ноги, а не на колеса. Впрочем, и для Земли стопоходы очень нужны. Например, для работы на горных склонах или для движения по сильно пересеченной местности без дорог. Проектов стопоходов очень много, и то обстоятельство, что ни один из них пока не вышел в серию, еще ни о чем не говорит. Машины еще будут ходить на собственных ногах!

— Здоровья земле от такого топтания, судя по рассказанному, не прибавится! Впрочем, трактор, помоему, рожден все-таки ползать, а не шагать или летать. Если специалисты думают иначе, то не решают ли они древнюю неблагодарную задачу конструирования из мухи слона?

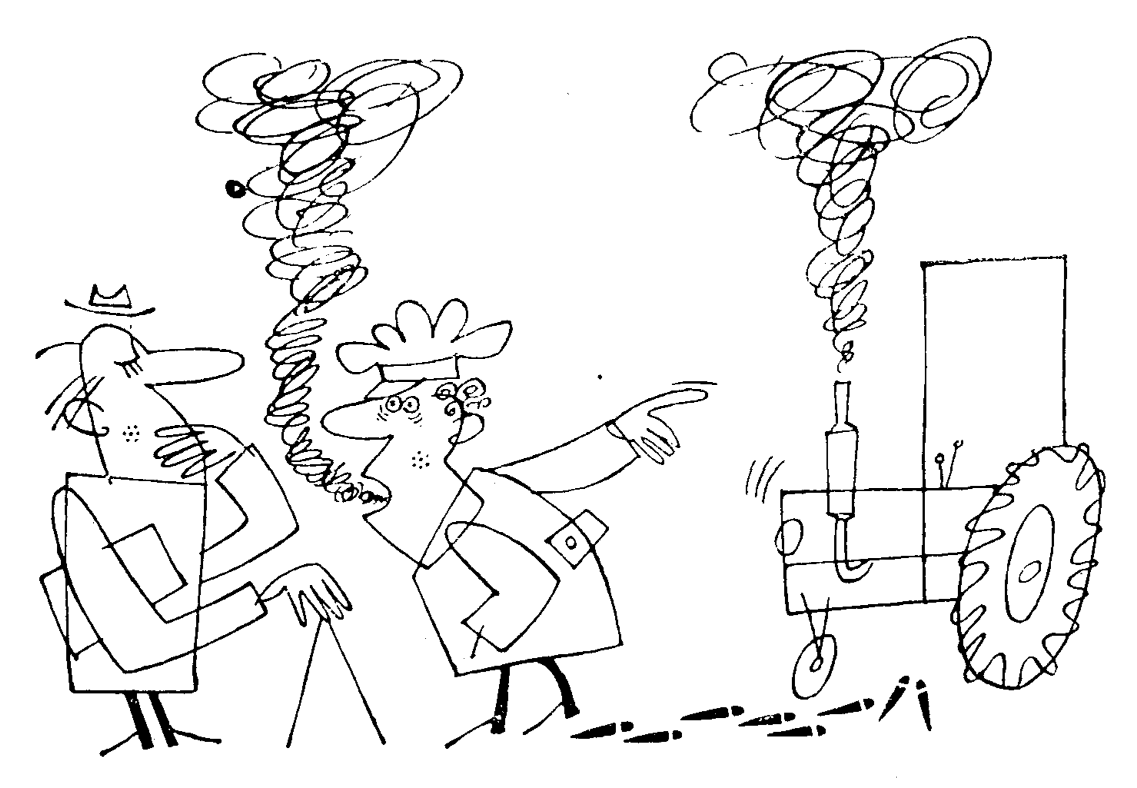
— И наоборот: из слона мухи. Что поделаешь, трактор непременно должен быть и мухой, чтобы поле не испортить, и слоном, чтобы пахать его глубже.

— Научите его еще бегать быстрее страуса!

Если вновь вспомнить о «родственниках» трактора и

автомобиля, то следует признать, что они были такими же разными, как и эти самоходные устройства.

Для перевозки почты и людей, лихих кавалерийских атак и прочих скоростных потребностей всегда применяли легких и неутомимых в беге лошадей. Вспомните хотя бы арабскую породу, орловских рысаков. А вот для перевозки тяжестей и нелегких крестьянских работ требовались другие, более тяжелые, крупные, выносливые, но и, естественно, медлительные лошади-тяжеловесы, а также волы, буйволы. Галопом по полям никто из них



не скакал. Поэтому и трактор галопировать не может. Ведь он не просто отталкивается от земли, как автомобиль, но еще и цепляется за нее многочисленными рабочими органами многочисленных сельскохозяйственных машин. Ему куда труднее, чем автомобилю, развить высокую скорость: слишком уж тяжелы «пассажиры».

И все же во второй половине текущего столетия вопрос о повышении скорости работы машинно-тракторных агрегатов встал во весь рост. И не просто потому, что борьба за скорость — знамение века. Рост производительности при возрастании скорости движения по полю давно очевиден всем. Правда, достичь этого роста можно и путем увеличения захвата машин. Но чем

больше последний, тем грузней и неповоротливей сам агрегат.

С ростом скорости улучшается и качество работы, ведь большинство сельскохозяйственных операций должно проводиться в очень сжатые сроки: земля может «перестояться», запоздай с обработкой на день-два, колос — осыпаться, вредители — уничтожить весь урожай.

К. Маркс писал, что самым важным фактором в земледелии является фактор времени.

Теперь всем ясно: скоростной трактор нужен. И первые такие машины уже появились. Они позволяют вести скоростную пахоту и посев, опрыскивание полей и уборку урожая. И тем не менее «настоящий» скоростной трактор — дело будущего. Не все просто в этой проблеме. Чтобы решить ее, следует перебрать весь трактор, как говорится, с головы до ног...

Как известно, мощность равняется произведению силы на скорость. Поэтому двигатель определенной мощности может развить тем большее тяговое усилие, чем меньше скорость движения, и наоборот. Вспомните: двигаясь в своей автомашине на подъем, шофер переключает скорость на более низкую передачу и, напротив, на ровной дороге снова берется за рукоятку: здесь можно двигаться быстрее. На хорошей дороге да еще при одностороннем движении водителю автомашины вовсе не нужно маневрировать скоростями.

Тяговое усилие, которое должен развивать трактор, зависит не только от рельефа местности и качества дороги, как у автомобиля, но и множества других факторов. Например, при вспашке сопротивление почвы дробящему действию плуга изменяется на одном и том же поле в десятки раз: в одном месте почва плотнее, глинистее, в другом — рыхлее, пористей, там плуг срезал кочку, а здесь — прошел над углублением. Сопротивление движению жатки тоже зависит от массы случайных факторов: густоты и длины стеблей, степени их одревеснелости и т. д. и т. п.

Итак, сопротивление движению агрегата, которым управляет тракторист, меняется непрерывно. Означает ли это, что он должен непрерывно переключать скорость? В принципе — да. Ведь мощность-то двигателя всегда постоянна. Так что если сопротивление (а зна-

чит, и тяга) переменно, то, чтобы произведение силы на скорость оставалось таким же постоянным, следует маневрировать скоростью так же часто, как часто меняется сопротивление. Если этого не делать, то двигатель будет либо недогружен, либо перегружен. И то и другое плохо, поскольку приводит к перерасходу горючего, снижению тягового коэффициента полезного действия трактора, ухудшению качества работы (большим потерям зерна, например, при работе самоходного комбайна).

Если, однако, неукоснительно соблюдать указанное правило и непрерывно поддерживать работу двигателя в оптимальном режиме, то тракторист должен будет ежесекундно переключать скорости. На другие занятия его уже не хватит.

Из всего сказанного совершенно очевидно, что трактор, в особенности скоростной, следует оборудовать как можно более многоступенчатой автоматической коробкой передач. В идеале она должна быть бесступенчатой, то есть способной регулировать скорость движения агрегата не рывками, а плавно. Механическая система передачи движения от двигателя к колесам для этого мало подходяща, и в последнее время все большее внимание уделяется гидравлическим и электрическим трансмиссиям.

Гидропривод трактора уже завоевал себе место под солнцем, однако широкое распространение его пока сдерживается повышенной стоимостью и пониженным КПД. Что касается электропривода, то он еще только в начале пути, как и электротрактор.

Но даже если согласиться с тем, что будущее — за электро- и гидромоторами, встроенными в ходовые колеса трактора и все основные рабочие органы агрегатирующихся с ним машин, если считать, что проблема трансмиссии скоростного трактора вполне разрешима, то существует другое препятствие на пути создания новых скоростных тракторов. Это препятствие — сам человек.

Условия работы тракториста более сложны и тяжелы, чем условия труда шофера, машиниста или даже пилота. На рабочем месте куда более шумно, чем в кабине реактивного самолета, тракторист испытывает значительно большие вибрации, чем водитель в салоне автомашины, к тому же и дышит не всегда чистым воз-

духом. Последнее, пожалуй, особенно обидно: ведь поле не современный город.

В 1973 году объединение сельскохозяйственных инженеров ФРГ произвело специальное исследование условий работы трактористов. В результате оказалось, что некурящие сельские жители, овладевшие этой профессией, поглощают куда большее количество канцерогенных и прочих вредных веществ, чем курящие городкие водители такси.

XIX век, как известно, был веком пара; здесь нет разночтений. А вот незакончившийся еще XX успел побывать и «веком электричества», и «эпохой атома», и «космическим столетием» — всем, чем угодно, вплоть до «века ядохимикатов». Что поделаешь: технический прогресс спрессовывает время, и век умещается в десятилетии...

Много веков поместилось в нашем столетии! И все же, пожалуй, единственно всеобъемлющим названием его должно быть: «век двигателей внутреннего сгорания». Вряд ли даже один-единственный «человеко-день» современного цивилизованного мира может обойтись без хотя бы одной встречи с этим универсальным устройством...

Все блага цивилизации имеют свою оборотную сторону. Истину эту человек постиг уже давно и тем охотнее исповедует ее, чем больше благ накапливает. Сейчас-то мы уже твердо знаем, что в «веке двигателей внутреннего сгорания» есть и свои негативные стороны. Все познается опытом (чаще горьким): в 1899 году «Журнал новейших открытий и изобретений» призвал «из гигиенических соображений» как можно скорее «вытеснить конное движение по улицам больших городов и ввести механические экипажи». Первым пророкам механических двигателей лошадь казалась устройством, абсолютно не отвечающим санитарным нормам цивилизации. А на сегодняшний день двигатели внутреннего сгорания прочно удерживают первенство в ряду других гениальных изобретений человечества, интенсивно отравляющих его. Их удельный вес в общем балансе ядовитых выбросов в атмосферу превышает 60 процентов. В Соединенных Штатах Америки одна фирма «Дженерал моторс» ответственна за 35 процентов загрязнения воздушной среды!

Уже совершенно точно подсчитано, когда именно за-

дохнется автомеханизированное человечество. По мнению специалистов, это случится между 2000 и 2050 годом, когда концентрация ядовитых газов из выхлопных труб двигателей внутреннего сгорания перевалит через некий «порог»... Можно сколько угодно улыбаться по поводу такого прогноза, но цифры есть цифры: в течение своего среднегодового пробега один средний транспортный двигатель съедает 4350 килограммов кислорода (это в десятки раз больше того, что нужно одному человеку), взамен чего снабжает воздух «букетом», состоящим из 3250 килограммов углекислого газа, 530 килограммов окиси углерода, 93 килограммов ядовитых углеводородов, 27 килограммов окислов азота плюс некоторое количество всякой «мелочи». Таким образом, двигатель внутреннего сгорания вносит свою посильную лепту в дело «преобразования» человеком природы, в результате чего во многих крупных городах мира появляются «станции чистого воздуха», малогабаритные, удобные в обращении противогазы и многочисленные инструкции... В одной из них, например, мадридские городские власти рекомендуют своим подопечным на улицах «дышать исключительно носом», а также «воздерживаться от разговоров и физических упражнений».

Концентрация двигателей в сельском хозяйстве куда меньше, чем в городе и промышленности. Но это на единицу площади. Что же касается «абсолютного вклада» в процесс загрязнения среды, то здесь сельскохозяйственные двигатели нисколько не отстают от городских собратьев. Не случайно в США запатентован способ получения водного раствора аммония путем переработки выхлопных газов тракторного дизеля. Раствор этот может добавляться в воду для орошения, как удобрение. И заодно ликвидирует загрязнение почвы продуктами выхлопных газов, которое, по авторитетному мнению японских ученых К. Минами и К. Араки, растет с угрожающей быстротой. Способ, предложенный американцами, дорогой, но хоть как-то приближает к осуществлению голубую мечту современности — создание «чистого двигателя»!

К концу текущего столетия воспоминания о первом древнейшем «двигателе внешнего сгорания», каким был обычный костер, становятся особенно сладкими. Мечта о вполне «естественном» органическом топливе подкрепляется к тому же энергетическим кризисом. Стало ясно,

что при существующем росте расхода нефти ее едва ли хватит больше чем на 50—100 лет. И уж, во всяком случае, начиная с 2000 года потребление ее просто обязано пойти на убыль.

Эти прогнозы послужили причиной разработки различных необычных проектов восполнения дефицита горючего. Например, путем переключения части сельскохозяйственного производства на выращивание «топливных» древесных растений. Естественно, что, если бы это случилось, возврат к паровому двигателю был бы просто неминуем: чем же и топить его, как не дровами?!

Последнее время над паровыми тракторами усиленно работают во многих странах. В результате достигнуто немало: резко снижены время «разведения паров», вес на единицу мощности и т. п. Остались, однако, самые существенные недостатки парового двигателя: низкая экономичность, большой вес и расход топлива. Конечно, паровик более «всеяден», и топливо для него стоит дешевле. Совсем не обязательно сжигать в котле бензин или солярку. Очень неплохим топливом может оказаться ядерное горючее, сжиженный природный газ, древесина и вообще — что угодно. И наконец, вода. Став менее взрывоопасным, современный паровик стал требовать и меньше воды для заправки. Оказалось даже, что он и вовсе мог бы обойтись без воды...

В недавнее время японская фирма «Датсун» начала работу над двигателем Уоллеса — Минто. Он подобен паровой машине, однако не работает на паре. Энергия производится посредством нагревания жидкого фторуглеродного соединения — фреона. При повышении температуры он превращается в газ с высоким давлением и приводит в движение поршни. Затем газ переходит в конденсационную камеру и после сжижения вновь возвращается в небольшой контейнер и нагревается. При работе двигателя выделяется очень незначительное количество вредных газов.

Двигатель У. Минто использует уже очень давно известное устройство Р. Стирлинга. Над его усовершенствованием и использованием в деле модернизации «древнего паровика» работают сейчас все ведущие тракторо- и автомобилестроительные фирмы и конструкторские бюро. Многие из них непоколебимо уверены, что именно двигателю Р. Стирлинга, изобретенному более 150 лет назад, и принадлежит будущее. Главное осно-

вание для этого заключения — всеядность: двигатель может работать с любым источником тепла, включая солнечную энергию. Помимо этого, стирлинг более легок, чем дизель, при несколько большей, чем у него, тепловой эффективности. Его сторонники утверждают, что изобретатель дизеля — великий Дизель — потому и утопился в море, что предвидел близкое поражение своего детища.

Есть, однако, и еще один вариант «чистого двигателя».

Родило его... отчаяние. Не первый и не последний случай, когда изобретение было сделано вследствие крайности, экстремальности условий, в которых работал изобретатель...

Случилось это в 1942 году в осажденном Ленинграде. Чтобы город продолжал жить и бороться, ему, кроме мужества и героизма, нужны были пища и энергия. А поскольку традиционных источников той и другой недоставало, приходилось искать их заменители. Вот тогда-то воентехник службы ПВО Б. Шелищ и предложил заменить в автомобильных и танковых двигателях бензин... водородом. Правда, последнего тоже было немного, но все же он был. Добывали его из... отработанных аэростатов, преграждавших фашистским самолетам дорогу в ленинградское небо...

Что водород горюч, знали к тому времени уже 224 года. Не случайно первооткрыватель Б. Кавендиш назвал его «горючим воздухом»! Свою дорогу к славе водород начал 1 декабря 1783 года, когда десятки тысяч парижан имели возможность насладиться зрелищем полета первого наполненного им воздушного шара. Ж. Шарль, профессор консерватории искусств и ремесел, пробыл в его корзине три часа, после чего благополучно вернулся на землю, осыпаемый цветами и аплодисментами. Впрочем, этим дело и кончилось; в течение ста с лишним лет водороду так и не удалось «выбиться в люди», а 6 мая 1937 года на его «летной карьере» был поставлен крест. Именно в этот день после трехсуточного полета через Атлантический океан над Нью-Йорком сгорел гигантский дирижабль «Гинденбург». Виной была обычная электрическая искра, взорвавшая смесь наполнявшего его водорода с воздухом.

Не мудрено поэтому, что, когда всего через пять лет Б. Шелищ выступил со своим предложением, опасений

было достаточно. И вероятно, только фронтовая отчаянная обстановка обусловила спокойствие экспериментаторов: «Ну, взорвемся, ну, машину взорвем... ну и что?!»

Никто не взорвался. Автомобильный двигатель в процессе испытаний проработал несколько часов — и ничего. Потом водородом «заправили» автомобиль, и постепенно о «дополнительном риске» езды на нем забыли все. А спустя тридцать лет многие специалисты стали доказывать, что именно самому легкому веществу на Земле удастся решить одну из самых тяжелых проблем...

Сейчас конструкций «водородных двигателей» очень много. Все они похожи на обычные бензиновые, но легче их и миниатюрнее при той же мощности. Главное же — их выхлопные газы безвредны: ведь основной продукт сгорания водорода — обычная вода. Единственный вредный побочный продукт сгорания — окись азота, но ее в 10 раз меньше, чем у самого лучшего современного двигателя.

Решена в принципе и проблема взрывобезопасности. Осталось решить еще одну: где взять водород? Точнее, как добыть: ведь источником его может быть обычная вода — и морская и пресная. Ее на Земле пока хватает — миллиард кубических километров! Стоимость полученного из нее водорода еще высока, но ведь, помимо всего сказанного, следует учесть и то, что, сжигая нефтепродукты, по словам академика Н. Семенова, мы «бездумно расходуем запасы ценнейшего сырья, которое понадобится будущим поколениям людей для обеспечения производства химических препаратов, органических материалов, моющих средств» и, добавим, синтетических пищевых продуктов. Нефть, а также уголь, природный газ, древесина — все это в относительно недалеком будущем из энергетического сырья превратится в более ценное техническое и пищевое сырье, использование которого позволит человечеству сделать новый шаг вперед.

— Получается так: от лошади мы отказались потому, что она отнимала у нас овсяную кашу, а от трактора откажемся из-за того, что он съедает наше нефтяное пюре?!

— Ничего удивительного: сейчас производство нефтепродуктов удваивается каждые 20 лет. Примерно то же самое можно сказать и об их стоимости. При таких

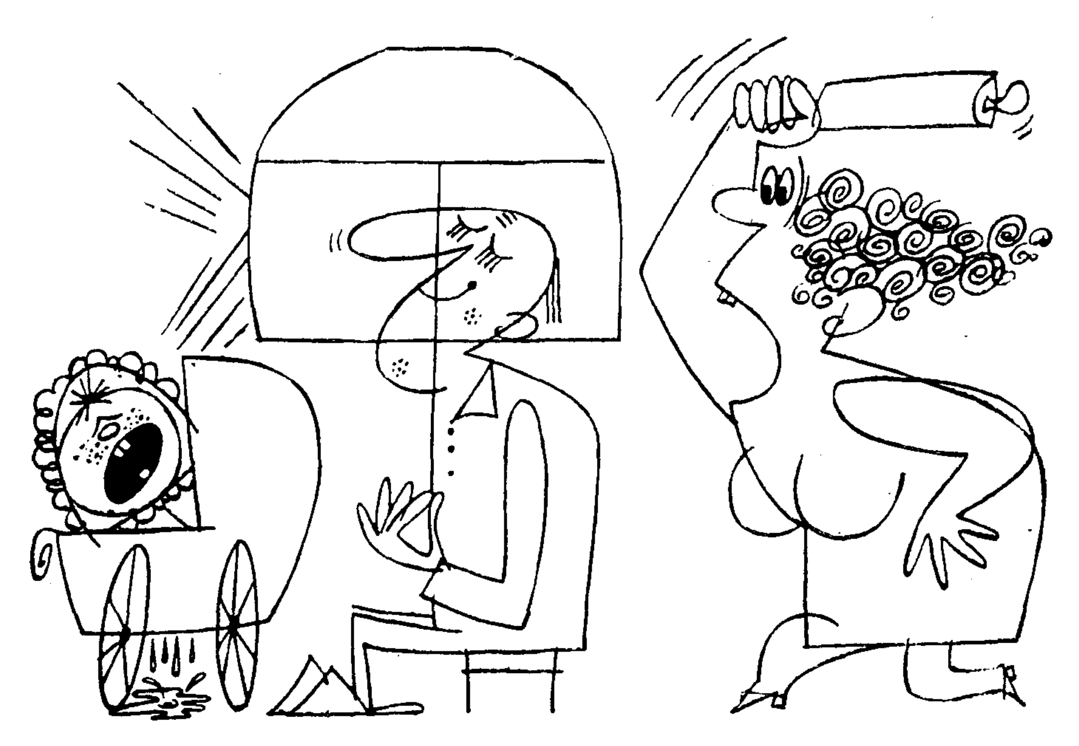
темпах, если учесть, что они покрывают 40 процентов мировой потребности в энергии...

— А остальное?

— Уголь, газ и древесина — 53, атомная и гидроэнергия — 6, топливо животного происхождения — 1 процент.

— Простите, а это... последнее... что?

Высушенный на солнце навоз домашних животных и птиц — один из древнейших строительных и топливных материалов. Если исходить из приведенных цифр, то сегодня его роль в энергетике вовсе ничтожна. Однако утверждать так было бы ошибкой. Оценки специалистов очень сильно разнятся, но все они сходятся в том, что значительно больше половины человечества продолжает пользоваться кизяком все в тех же целях. В такой стране, как Турция, он до сих пор покрывает 26 процентов потребности в энергии!



Здесь нет ничего странного. Теплотворная способность коровьего навоза вполне удовлетворительная. В пересчете на другие виды топлива получается, что одна «средняя буренка» способна произвести 262 литра бензина или 525 килограммов каменного угля. Расчеты показывают, что в зависимости от совершенства методов получения топлива из экскрементов животных

и человека оно может покрыть до 30 процентов современной мировой потребности в энергии и стать, таким образом, одним из основных ее источников. Тем более что в отличие от других видов топлива, это — по природе своей — неисчерпаемо, так как количество его растет пропорционально росту числа людей и их домашних животных.

«Микробиологический мотор» изобрел русский инженер А. Мельников в 90-х годах прошлого столетия. Вот в чем состояла его идея...

В отсутствие кислорода (в специальных емкостях) и при температуре 32—35 градусов происходит сбраживание осадка сточных вод или навоза. Брожение навоза осуществляется в две фазы под действием специфических бактерий и выделяемых ими ферментов. Вначале происходит расщепление сложных органических веществ (белков, жиров, углеводов), содержащихся в упомянутом осадке, на более простые соединения с образованием органических кислот жирного ряда (муравьиной, уксусной, масляной и других), затем — их разрушение с образованием углекислоты и метана.

Биогаз, полученный в результате сбраживания навоза, состоит из углекислоты и метана, который, как известно, горит неплохо: его теплотворная способность лишь в 1,5—2 раза ниже теплотворной способности нефти и угля. Причем последние загрязняют среду, а биогаз — нет. Кроме того, из метана можно «достать» водород — топливо будущего...

Биогазовые двигатели в начале пути, но не исключено, что в скором времени заправочные станции для тракторов и автомобилей начнут строить в... коровниках. Во всяком случае, недавно французские инженеры создали технологию и двигатель, работающий на «бензине» из смеси навоза, сухой ботвы, соломы, стеблей кукурузы и других отходов. В США разработали установку, перерабатывающую стоки животноводческих ферм в горючий этилен и брикеты древесного угля. В Токийском технологическом институте создали «биоэлементы», конечным продуктом которых является электрический ток. Ведутся аналогичные работы и в Советском Союзе.

Итак, превратить экскременты, бытовые отходы городов и деревень в топливо можно. Однако как быть с землей, которая уже сейчас не получает взятого из нее?

Что станет с ней, если человечество начнет перерабатывать весь навоз в горючий газ?

Вопрос очень серьезен. В поисках его решения предлагали даже делать биогаз не из навоза, а из... растений, специально для этой цели выращиваемых. Таким образом, трактору, возможно, придется еще раз вспомнить о своей четвероногой родственнице. Впрочем, проверка расчетов показала, что при существующем низком КПД фотосинтеза выращивание «топливных чурок» экономически не эффективно: нефть обходится дешевле. Да и занимать под новый вид топлива значительные площади — не слишком-то прогрессивная идея: не успели освободиться от забот, связанных с кормом для лошадей, и на тебе... Правда, недавно было найдено «бензиновое» дерево. Сок этого дерева — эуфоры, — растущего в некоторых засушливых районах мира, обладает теми же свойствами, что и сырая нефть...

Так или иначе, а поиски «чистого горючего» продолжаются... Задача эта, безусловно, будет решена, и, возможно, в недалеком будущем. Пока же борьба с вредными выхлопными газами трактора сводится к тому, что его стремятся снабдить высокой выхлопной трубой и кабиной с... кондиционером. Кстати, последний оказывается вовсе не лишним и в очень жаркое и в очень холодное время года.

С вибрациями (а с увеличением скорости тракторов они, естественно, увеличиваются) конструктору бороться куда труднее. Еще раз напомним, трактор не автомобиль, а поле не шоссе. По данным английского исследователя Р. Симонса, преобладающая частота колебаний трактора на пневматических шинах равна 3—6 герцам. Это как раз соответствует собственной частоте колебаний человеческого тела и способствует развитию резонансных явлений. К чему приводят последние, читатель, вероятно, хорошо знает: вспомните хотя бы классический случай с мостом, рухнувшим только оттого, что его собственная частота колебаний совпала с частотой солдатского марша.

Исследования, проведенные во многих странах, показали, что длительное воздействие вибрации и толчков может привести к серьезным заболеваниям пищеварительной, сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, ухудшению зрения и потере чувства равновесия, снижению быстроты реакции, нарушению работы желез

внутренней секреции и преждевременному старению организма.

Казалось бы, задача ликвидации вибраций достаточно проста: стоит только как следует подрессорить сиденье тракториста или всю кабину, как... Однако просто хорошо подрессоренная кабина вопроса не решает: слишком упруго подвешенная мешает работе, ориентации и управлению, а слишком жесткая приводит к появлению профессиональных заболеваний позвоночника и желудка.

Для гашения вибраций (вертикальных и горизонтальных, разных по частоте и фазе) приходится разрабатывать чрезвычайно сложную систему демпфирования и подрессоривания. В принципе задача полного освобождения тракториста от вибрационных нагрузок и тряски оказалась разрешимой, но чрезвычайно дорогой. По-видимому, в связи с этим некоторые зарубежные фирмы объявили, что тракторист, сидя в герметичной кабине с хорошей антивибрационной защитой, может впасть в психологическую ошибку и потерять контроль над реальными условиями, в которых движется и работает трактор, что может явиться причиной аварии.

Шведская статистика свидетельствует, что до середины 60-х годов на каждые 100 тысяч сельскохозяйственных тракторов приходилось 20—30 несчастных случаев от опрокидывания. За период с 1920 по 1970 год число несчастных случаев со смертельным исходом от опрокидывания тракторов во всем мире составило 30 тысяч.

Конечно, приведенные цифры значительно ниже тех, которые характеризуют безопасность на автомобильных трассах, и тракторист имеет значительно больше шансов дожить до преклонного возраста, чем счастливый владелец автомашины. И тем не менее...

Тем не менее... в последние 10 лет особо пристальное внимание оказывается проблеме устойчивости трактора против опрокидывания, разработке таких кабин, в которых было бы «удобно» и безопасно опрокидываться. Это вызвано опять-таки повышением скорости тракторных агрегатов. Результаты достигнуты вполне положительные: трактор стал более безопасной машиной, но и, конечно, более дорогой.

Бороться с шумом трактора, пожалуй, еще труднее, чем с вибрациями. Правда, Национальный институт механизации сельского хозяйства Англии еще в начале

60-х годов опубликовал успокоительное заявление о том, что у трактористов не наблюдаются профессиональные ушные заболевания и не замечаются случаи ослабления или потери слуха. Тем не менее признано, что из-за слишком большого уровня шума они быстро утомляются, а производительность труда снижается.

Австралийская опытная станция в Уэрриби произвела замеры уровня шума на рабочем месте тракториста. В результате была опубликована «лестница шума». На верхней ее ступеньке помещается шум, вызванный взрывом бомбы. Его величина — 135 децибелл. Рев реактивного самолета — 130, винтового — 120, а трактора — 105 децибелл. Для сравнения укажем, что самая шумная городская улица дает всего 80 децибелл. Вот еще одно свидетельство того, что «звуковое загрязнение» рабочей среды в сельской местности частенько превышает городской уровень. Что поделаешь: современному человеку некуда спрятаться от утомляющей машинной цивилизации.

Учитывая, что болевой порог равен всего 130—140 децибеллам, бороться с шумом на рабочем месте тракториста просто необходимо. Наилучшая защита — акустически плотно изолированная кабина. Однако звукоизоляция обходится дорого. Дешевле так называемые слухопротекторы, или, проще говоря, «затычки». Они не совсем удобны и непривычны, но специалисты убеждены в их полезности и делают все возможное для рекламирования.

Возможно, что весьма перспективны попытки гасить шум... шумом (той же частоты, но другой фазы). С этой целью применяют специальные акустические генераторы, излучающие звук, «обратный» издаваемому двигателем. Но это дорого; без сложнейшей автоматики и хотя бы «простенькой» вычислительной машины здесь не обойтись. Ну и, по-видимому, прежде чем ставить генератор антишума на трактор, следовало бы поставить его в наших городских квартирах: сейчас в них живет значительная часть человечества, и «шумокондиционер», перерабатывающий грохот городских автотрасс в шепот листвы и шум падающего дождя, просто необходим.

Итак, чтобы трактор догнал страуса, необходимо позаботиться прежде всего о человеке, сидящем в его кабине. По мнению крупнейшего в СССР специалиста, работавшего в области скоростной сельскохозяйственной

техники, академика В. Болтинского, последняя в связи с этим должна быть оборудована:

а) кондиционером, регулирующим чистоту, состав, температуру, влажность и давление воздуха;

б) спецзащитой, снижающей уровень шума до 50 децибелл (это уже почти «шепот леса»);

в) защитами от «беспокоящих солнечных лучей», от тряски и грязи;

г) устройствами, позволяющими на ходу позавтракать и пообедать, выпить стакан черного кофе или молока...

— А как насчет изолированной спальни и... простите, ванны и теплого туалета?

— Напрасно иронизируете. Все это, конечно, трактористу не нужно. А вот небольшой вычислительный центр...

— Ну, конечно! Какое же будущее без кибернетики! Вопрос лишь, сколько стоят все эти удовольствия...

— Вопрос, не сколько стоят, а что дают.

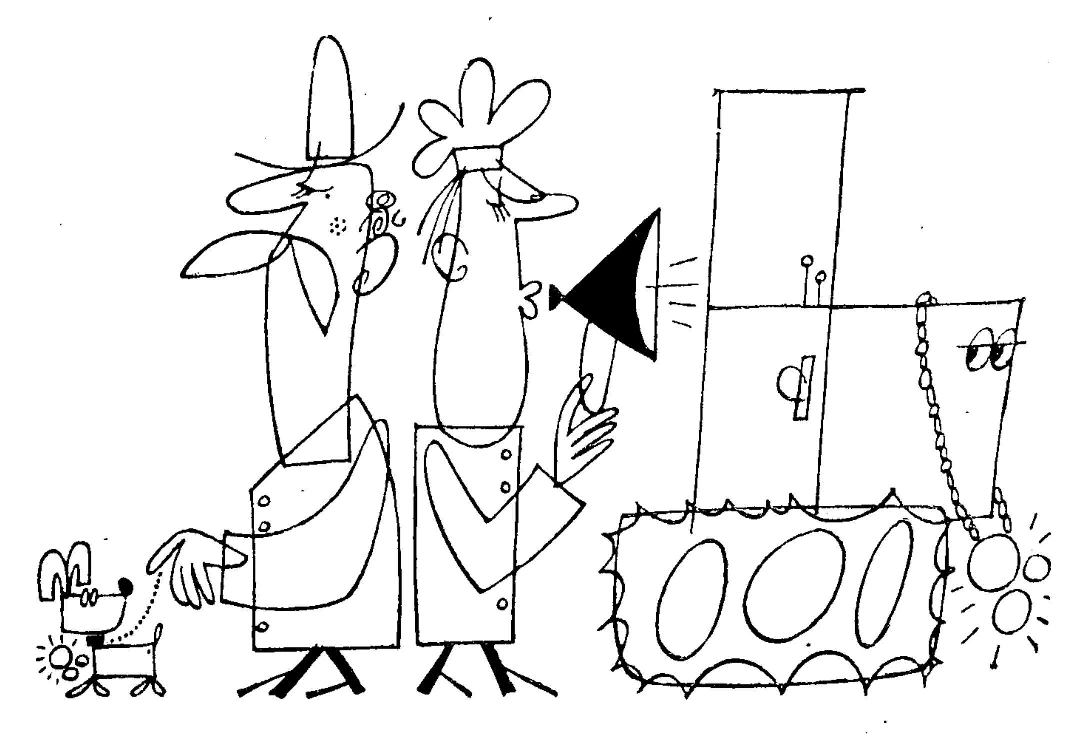
Управление первыми самолетами было предельно простым — лишь рули высоты. Теперь пилот, сидящий в кабине современного самолета, один не управляется. Чаще всего ему помогает второй пилот, штурман, радист... автопилот, радар, десятки и сотни автоматических приборов. На вооружение взяты вычислительные машины. Но функции пилота ненамного сложнее функций тракториста. Разве что ответственнее, поскольку от правильного выполнения их зависит и его собственная жизнь, и жизнь пассажиров. А вот разнообразие задач, стоящих перед трактористом, пожалуй, больше. Ему ведь приходится не только правильно прокладывать курс, но и следить за работой движущихся вместе с трактором машин. Совсем еще недавно эту задачу выполняли его помощники: прицепщики, комбайнеры. Теперь чаще всего тракторист (или водитель самоходной машины) один. Без помощников и без автопилотов. Пока...

Технически осмысленная идея самовождения трактора почти так же стара, как и сам трактор. Один из вариантов решения ее предложил Джек Лондон в 1916 году: «...Посреди поля возвышалась массивная стальная мачта футов двадцать в вышину. От барабана на верхушке шеста к самому краю поля тянулся тонкий трос, прикрепленный к рулевому механизму маленького бензинового трактора... Барабан сам, без управления,

начал накручивать кабель; машина, описывая окружность, или, вернее, спираль, радиусом которой являлась длина троса, соединявшего ее с барабаном на стальной мачте, пошла, оставляя за собой глубокую борозду...»

За истекшие 60 лет с момента выхода в свет романа «Маленькая хозяйка большого дома» числу патентов, выданных на «способ автоматического вождения трактора», буквально числа нет. Все изобретения основывались примерно на одних и тех же принципах...

Первая борозда прокладывается «вручную», все последующие — автоматически, по следу первой борозды



(или вообще прохода, если ведется не почвообработка, а, скажем, уборка). Следящие устройства — щупы разных конструкций — от механических до лазерных.

Другой принцип: «групповое вождение» нескольких тракторов одним трактористом. Связь между агрегатами осуществляется тросами, проводами, шнурами или бесконтактно — по радио, лазером и т. д. Системы эти не прижились, так как требуют периодических пересадок водителя с машины на машину и обязательного «ручного» поворота на краях полей. Но есть и еще один вариант.

В недавнее время в Англии разработана система автоматического управления тракторами по подземным кабелям. Она проверялась в небольшом саду на опера-

циях сенокошения, борьбы с сорняками и опрыскивания деревьев. Неудобно и дорого зарывать кабель в землю? Пожалуйста: разработан метод управления с помощью звуковых сигналов! В этом случае агрегат повинуется окрикам, раздающимся из динамика...

Однако достаточно дешевый и надежный трактор-автомат пока не создан. Тракторист все еще плотно сидит на своем месте. Переселится ли он из кабины трактора в диспетчерский пункт телеуправления и когда это случится, трудно сказать. Во всяком случае, многое из того, что сделали инженеры для этого, останется. Вот, например, следящая система, обеспечивающая автоматическое вождение в строго заданном направлении... Она нужна уже сегодня и при «живом трактористе». Ведь на больших скоростях работа на поле требует буквально «невероятной» точности. Кстати, о точности...

В начале 60-х годов тракторостроители проверяли предложение изобретателя К. Солдатенкова применить при автовождении гироскопический механизм. Для автоматического пилотирования в космосе, на надводных и подводных судах этот прибор полностью себя оправдал. А в поле оказался недостаточно точным!

Совсем нетрудно подсчитать, что уклонение от заданного курса на долю миллиметра при обработке рядков свеклы, картофеля или кукурузы может через несколько сот метров привести к уничтожению растений. Поэтому точность работы трактора должна превышать точность продольно-строгального станка: ведь наибольший рабочий ход резца последнего — несколько метров. А длина хода трактора с плугом из конца в конец поля может превышать и километр, и два... Следить за «набеганием» ошибки на таком расстоянии да еще при высокой скорости человек не может. Значит, нужен автомат.

Другой пример — работа на склонах.

Последнее время нехватка земель заставляет инженеров строить машины-альпинисты. Крутосклонные модификации трактора уже выпускаются промышленностью. В процессе работы на склоне их рама остается горизонтальной. Естественно, что эта особенность существенно усложняет и удорожает конструкцию. Вот, например, американец Д. Берд из Оклахомы поставил раму своего трактора на шесть ног, сгибающихся и разгибающихся независимо друг от друга. Это позволяет прекрасно копировать местность и оставаться в горизонтальном

положении при работе даже на 30-градусном склоне.

Как экспериментальная «шестиножка», так и серийно выпускаемые горные трактора имеют автоматическую систему «слежения за склоном»: в сложных горных условиях у тракториста много других забот. Забыть о склоне ему позволяют автоматы.

Для разных автоматических систем в тракторе есть и другое применение... Приборы контролируют работу двигателя, многочисленных рабочих органов, следующих за трактором, или навешенных на него сельхозмашин, они переключают скорости движения агрегата и выполняют еще целый ряд сложнейших функций...

Снять водителя с трактора мы пока не можем: слишком сложна среда, она требует быстрых решений, «спектр» которых очень широк. Конечно, можно посадить в кабину трактора самопрограммирующуюся электронно-вычислительную машину, но... сельское хозяйство насыщено миллионами тракторных агрегатов, и оборудовать их роботами пока не представляется возможным.

До недавнего времени статистика показывала, что стоимость «вливания» дополнительной энергии на 1 гектар обрабатываемой земли с увеличением энергонасыщенности (то есть мощности и скорости) трактора снижается. Однако необходимость дополнительных затрат на автоматизацию, улучшение условий труда водителя и обеспечение большей его безопасности постепенно «съедают» прирост экономии. По данным компетентных организаций ФРГ, относительная цена трактора начинает повышаться с переходом через порог 100—300 лошадиных сил (в зависимости от типа конструкции). Конечно, «высота порога» зависит и от размеров хозяйств, и от социальных условий. В социалистических странах этот порог, безусловно, выше. И тем не менее он существует. Значит ли это, что трактор изживает себя?

В какой-то степени — да. Об этом говорит хотя бы то, что с течением времени на «сельскохозяйственной сцене» появляется все больше самоходных машин, отказавшихся от услуг трактора. Это свидетельствует, что трактору не удалось стать таким же универсальным транспортно-энергетическим средством, каким была лошадь. Самоходные машины дают некоторый дополнительный прирост энергонасыщения земли. В принципе они отличаются от трактора только очень узкой специа-

лизацией, в остальном это тот же самый движитель, двигатель плюс рабочие органы сельхозмашины.

Не решают самоходные машины в полной мере и основного противоречия между трактором и обрабатываемой средой. Они лишь чуть-чуть снижают (и то не всегда!) суммарное давление техники на почву. Что же касается хлопот с рабочим местом комбайнера, то их едва ли не больше, чем с кабиной тракториста: шансов пересесть за пульт и надеть белоснежную сорочку у него пока так же мало.

Трактор привязывает, наконец, к старому и сельскохозяйственная техника. От техники промышленной ее отличают деконцентрированность (она как бы «размазана» по пригодной для возделывания растений территории), мобильность, необходимость работать на «свежем воздухе» в быстро меняющихся (чаще непредсказуемо) условиях. Это ставит ее в крайне невыгодное положение по сравнению с промышленной техникой.

Почти 100 процентов тракторов имеют двигатели внутреннего сгорания. В промышленности нет такого однообразия: здесь в зависимости от условий используют различные энергетические и транспортные средства. Это облегчает задачу их автоматизации. Кроме того, большая часть промышленных энергетических средств никуда не перемещается из-под крыш цехов и заводов и содержится, таким образом, в постоянных, искусственно поддерживаемых условиях. А когда эти средства предназначаются для использования под открытым небом в качестве транспортных, для них сооружают дороги.

Трактора лишены всех этих благ. Поэтому автоматизация их в десятки раз сложнее и дороже. Более сложная система далеко не всегда более надежная. Чаще (особенно в «грубых» эксплуатационных условиях сельского хозяйства) бывает наоборот.

Первая транспортная катастрофа, как свидетельствует мифология, произошла с колесницей царя Эномая, когда он преследовал ненавистного Пелопса. Подкупленный последним, слуга Эномая Миртил «забыл» вставить чеки в оси колес экипажа своего господина.

Забывчивость (неорганизованность, неумелость или небрежность) службы технического обслуживания машинно-тракторных агрегатов обходится куда дороже, чем во времена названных мифических персонажей. Ответственность (а следовательно, и необходимый уро-

вень подготовки, и цена ее) растет с усложнением техники. Рассчитывать последнюю по старинке, как говорили когда-то «на дурака», уже нельзя. А это значит, что растущая цена эксплуатации и ремонта сельскохозяйственных энергетических агрегатов дополнительно понижают допустимые пороги их стоимости и соответственно энергонасыщенности гектара.

Безусловно, трактор еще далеко не исчерпал себя. В соответствии с прогнозами вплоть до 2000 года у него вполне обеспеченное и даже прекрасное будущее, возможности реализовать многочисленные резервы. Но...

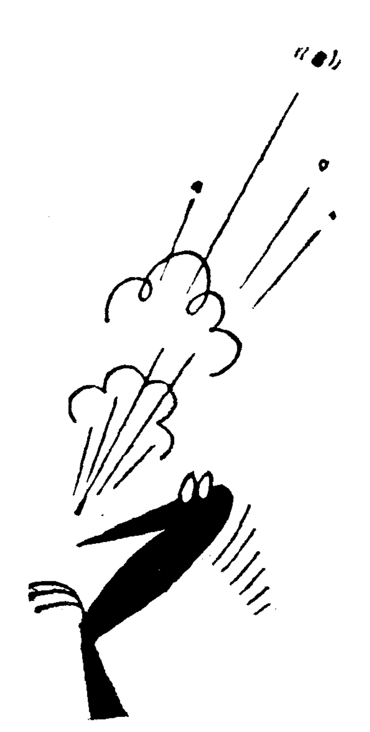
...Но, несмотря на все разговоры о том, как сельскохозяйственная техника «перекроила природу» и изменила ландшафт Земли, один из основных элементов этой техники — трактор жил лишь тем, что приспосабливался к среде точно так же, как и его четвероногие предшественники. Именно эта среда породила крепкие копыта, замечательный экстерьер, огромную выносливость лошади, которая в руках человека много тысяч лет подряд была орудием перестройки той же среды. Так и трактор: «в агрегате» с человеком это мощнейшее средство воздействия на почву, на ландшафт в целом... Но сам по себе это образец приспособленчества к той же почве и к тому же ландшафту, может быть, и не столь великолепный, как лошадь, но все же достаточно выразительный. Вспомните о «копытах» трактора, о его двигателе, «экстерьере», наконец...

Уже сейчас он кажется нам слишком сложным, однако будущее обещает еще большие усложнения.

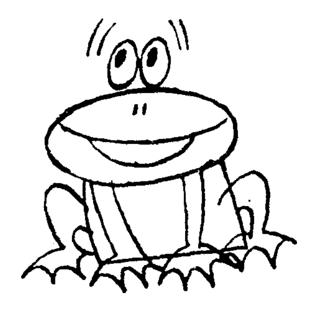
Чтобы сделать возможным работу трактора на косогоре, его приходится снабжать несколькими парами складывающихся ног и колес, специальными гироскопами... Трактор приспосабливается к горе. Но почему бы гору не приспособить к трактору, например, срыть ее? Дорого? А разве кибернетизированный трактор будущего дешев? Надо еще посчитать, что выгоднее: приспосабливать наши энергетические средства к среде (и, как мы видели, разрушать ее) или, наоборот, — среду к этим средствам.

В начале прошлого века тысячи изобретателей работали над усовершенствованием парусных судов. А лучшее решение состояло в том, чтобы отказаться от парусов и построить пароход. Быть может, нужен не усовершенствованный трактор, а что-то совсем новое...

РОБОТ
У ДЕРЕВЕНСКОГО
КОЛОДЦА







— А не напоминает ли вам автоматизированный трактор один из сюжетов последней полосы «Литературки»?

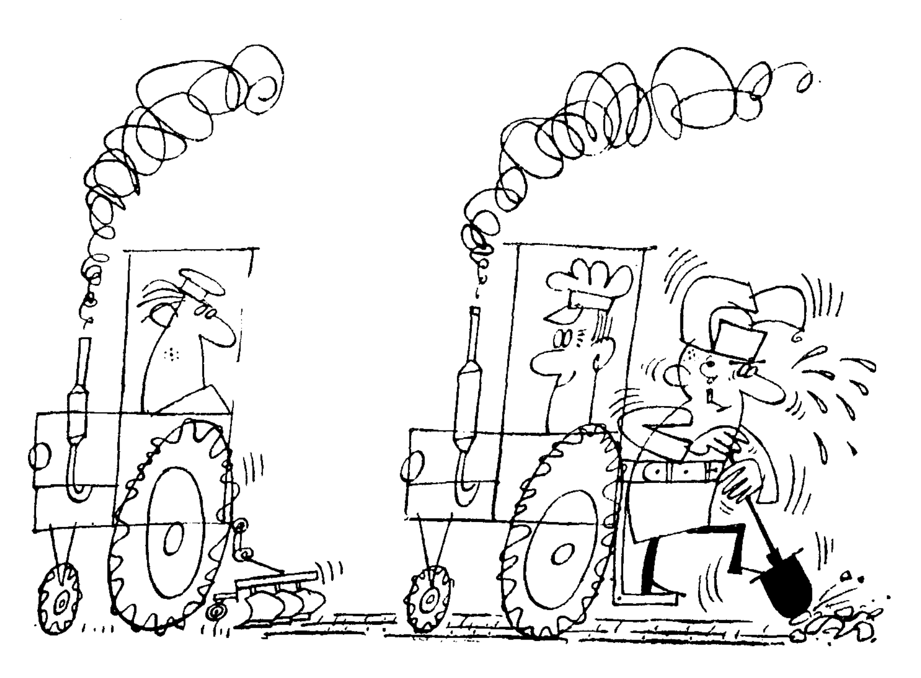
— Из серии «Чудаки»?

— Вот именно. На одном рисунке этой серии изображен робот, достающий воду ведром из деревенского колодца...

— Другими словами, вы хотели бы знать, не пытаемся ли мы запрячь трактор-автомат в соху?..

В первом сочинении по сельскому хозяйству, изданном на английском языке, его автор В. Генлей приводит любопытные цифры, характеризующие стоимость полевых работ в Англии в XIII веке. В то время, чтобы выполнить существующие агротехнические требования, следовало трижды за год обработать землю. Стоило это 18 пенсов (по тогдашнему, конечно, курсу) за акр. Еще 12 пенсов расходовалось на посев, два — на двукратную прополку, пять — на жатву и один — на перевозку собранного урожая. Итого — 38 пенсов. Таким образом, обработка земли «весила» почти половину от общей тяжести всех полевых работ.

С XIII по XIX век соотношение это не изменилось. Поэтому-то трактор и создавался не как вполне неза-



висимое и универсальное средство выполнения крестьянских работ, а главным образом как моторный плуг.

В 1850 году английский исследователь Р. Хоскинс писал: «Руке человека присуще движение взад и вперед, поэтому полевым рабочим инструментом человека стали лопата и кирка, требующие этих движений. Упряжное животное совершает прямолинейное движение, поэтому строгальный плуг с оборачиванием пласта является естественным пахотным орудием. Всякий механический двигатель дает вращательное движение, поэтому фреза должна быть единственным рабочим органом при механической обработке почвы. Трактор в качестве упряжного двигателя к обыкновенным плугам так же странно представить, как и лошадь, держащую передними ногами заступ или кирку».

Удивительно, конечно, что это было написано 128 лет назад, когда трактор представлял собой просто-напросто паровоз, с трудом перемещающийся по дороге без рельсов. Но еще удивительнее другое: за истекшие со времен Р. Хоскинса 128 лет его предсказание так и не сбылось. В отношении плуга трактор по-прежнему выполняет главным образом роль обычного тяглового животного. Хотя, безусловно, много сделано для того, чтобы покончить с этой старой и, казалось бы, уже достаточно обветшалой традицией.

Всякому, кто когда-нибудь бывал на машиностроительном заводе или хотя бы в простых колхозных механических мастерских, знаком строгальный станок. Закрепленный в суппорте резец совершает по направляющим станка возвратно-поступательные движения: туда — снимается тонкая закручивающаяся стружка, назад — холостой ход. За время последнего стол, на котором укреплена обрабатываемая деталь, совершает незаметное движение поперек направления хода суппорта. И поэтому после холостого хода из-под резца вновь бежит тонкая завивающаяся стружка.

Строгальный станок работает не спеша: его рабочую скорость существенно повысить невозможно из-за развивающихся инерционных усилий (за счет резкого изменения направления движения). Неизбежен и холостой ход, поскольку трудно обеспечивать резание одновременно в двух направлениях. Поэтому строгание везде, где возможно, заменяют фрезерованием.

Фреза — это несколько расставленных по окружности диска или цилиндра резцов-зубьев. При быстром вращении они попеременно вгрызаются в металл и отрезают от него стружку. Поскольку при вращении не развиваются знакопеременные инерционные усилия, постольку скорость фрезерования теоретически можно увеличивать до бесконечности. А раз увеличивается скорость, растет и производительность. К сожалению, все это верно, пока речь идет о фрезеровании металлов. С почвой дело обстоит несколько иначе.

Первые почвообрабатывающие «фрез-машины» появились еще в XIX веке. Их рабочие органы — ножи напоминали набор мотыг, рукоятки которых жестко соединены с валом, получающим вращение от двигателя. Вместе с ним начинают вращаться и «механические тяпки». Они «отгрызают» от земли «стружку» — ломти, похожие на арбузные дольки, и одновременно подталкивают трактор вперед (при обратном вращении почва, естественно, тормозит их, приводя к перерасходу горючего). Но вот беда: нетрудно убедиться, что «вгрызание в землю» будет происходить только в том случае, если окружная скорость ножей фрезы будет больше скорости поступательного движения трактора. Поэтому для увеличения последней (а следовательно, и для роста производительности) приходится существенно увеличивать либо диаметр барабана фрезы, либо число его оборотов. Оба способа не слишком-то приятны.

Когда мы увеличиваем частоту вращения фрезерующего металл инструмента, мы не обращаем внимания на отлетающую стружку: выдержали бы, не затупились и не сломались лезвия! А когда обрабатывают почву, стружка не отход, а продукт. Чем выше скорость воздействия на нее, чем с большей скоростью она вылетает из-под ножей барабана, тем больше распыление земли, больше эрозия.

Ну а если увеличить диаметр фрезы? От этого тоже ничего хорошего ожидать не приходится. Больше размеры — больше и вес, больше энергии понадобится для раскручивания барабана, менее удобным окажется агрегатирование фрезы с трактором... Метр с небольшим еще туда-сюда... А представьте себе фрезу диаметром 5—6 метров...

Все сказанное пока что существенно сдерживает внедрение фрез. До настоящего времени они достаточ-

но широко используются только при обработке болотных почв, их освоении после осушения. Эти почвы покрыты кочками, густой травой, кустарником или мелкой порослью деревьев. Мощные болотные фрезы обрабатывают землю до глубины 25 сантиметров, перемалывая в мелкую щепу все, что попадает им «на зуб». Скорость вращения при этом достигает иногда 15 метров в секунду! Распылением это не грозит: в болотной почве много связывающей ее в комки органики, и, кроме того, они слишком влажны для того, чтобы орудие оставляло за собой шлейф пыли...

Но, конечно, болотные фрезы имеют и очень существенные недостатки. Главный из них — неспособность хорошо укрыть землей разрубленные ветви и разорванную дернину. После прохода фрезы пашня являет собой вид поля битвы: кругом лежат ничем не прикрытые тела — обломки деревьев и кустарников, клочки вырванной травы. Из-за плохого «захоронения» растительных остатков они своевременно не перегнивают, а посев становится неудобным и малопроизводительным.

Именно отсутствие оборота пласта и заделки растительных остатков — основной «грех», в котором обвиняются ротационные орудия. Чтобы снять его, в разное время и разными людьми затрачена масса усилий и сделана масса предложений. Очень большое внимание, в частности, было уделено изучению принципов работы человека обычной ручной лопатой.

Каждому, наверное, приходилось копать землю. И вы, конечно, вспоминаете, что после того, как лопата отрезала и подняла над поверхностью земли слой почвы, вы делали какое-то неуловимое движение — и вот уже и орудие и земля перевернуты в воздухе на 90 градусов.

Одна из французских фирм, исследовав предварительно с помощью скоростной киносъемки процесс ручного вскапывания земли лопатой, построила машину, окрещенную «ротаспа». Она завоевала солидную популярность в ряде стран Западной Европы. Центральная ее часть — ротор с насаженными на него копающими лопатками. С помощью специального механизма лопатки, после того как отрежут слой почвы «по правилам фрезы» и выйдут из земли, начинают поворачиваться «по правилам лопаты» и опрокидывают в конце концов лежащие на них куски почвы.

Рассказ о попытках перевернуть пласт отрезанной

земли так, как это делает «примитивный» строгающий плуг с помощью наисовременнейших ротационных устройств, можно было бы продолжить до конца этой книги. Нельзя сказать, чтобы армия изобретателей, работавшая и работающая над этой проблемой, знала одни неудачи. Иногда кое у кого ротоваторы и ротаторы оставляли за собой гладкую поверхность, на которой не торчал ни один кустик непохороненной травы и ни одна непогребенная соломина от убранного урожая. И тем не менее «настоящий» ротационный плуг так и не существует до сего времени. Причина проста: все, что до сих пор создавали, не давало увеличения производительности по сравнению с простым плугом (который ведь тоже за истекшие со времен Хоскинса 128 лет не стоял на месте, а двигался все быстрее и быстрее). Помимо этого, ротационный плуг пока что требует больших затрат энергии на приведение в движение, чем неротационный. А с этим считаться приходится.

Очень неприятно также то, что фрезы «не любят» встреч с железными предметами. В XIX и начале XX века, когда эпоха механизации еще не вносила заметного вклада в дело засорения среды и поля оставались свободными от металлических «вкраплений», этот недостаток не был виден. Теперь же встречи скоростных ножей фрезы с упомянутыми вкраплениями приходится обставлять всяческими предосторожностями. Постановка предохранителей, естественно, усложняет и удорожает конструкцию.

Все это, конечно, не означает, что попытки создать ротационный плуг взамен «строгающего» бесперспективны и поток заявок на новые тиллеры и ротоваторы вот-вот иссякнет. Изобретатели не отчаиваются...

Дело, однако, не в этом, а в том, что ученые никак не могут прийти к единому мнению относительно полезности замены традиционной обработки земли на фрезерование. Сомнения в рациональности последней существенно укрепились в последнее время, после того как была доказана желательность не интенсификации почвообработки, а, наоборот, ее минимизации.

Правда, сторонники фрез указывают, что один из основных недостатков плуга — слишком большой «шлейф» вспомогательных орудий: различных борон, культиваторов, рыхлителей, катков и т. п. Ротационный плуг — орудие в этом отношении более универсальное,

способное подготовить почву за один проход. А раз так, то воздействие его на почву по сравнению с плугом и его шлейфом вполне можно считать минимальным.

В одном фреза пока не может конкурировать с плугом — в скорости. Но если учесть время, затрачиваемое на работу «шлейфа», то энергетический баланс может быть совсем не в пользу старого традиционного устройства, не столь уж далеко ушедшего от сохи. Может оказаться, что фреза — «сручнее», а ведь еще первый русский профессор земледелия И. Комов говорил: «В военном деле оружие, а в земледелии орудие столь же, как рука, которая им действует, нужно. И чем орудие сручнее, тем дело пойдет спешнее, что в сельском житье всего нужнее».

— Вопрос только — нужнее ли? У французов есть такое выражение: «Дело не в том, чтобы быстро бегать, а чтобы пораньше выбежать». Природа, как мне кажется, в этом смысле — наилучший инструмент. Она никогда не опаздывает с полевыми работами. А мы со своими плугами да фрезами — то и дело! Стоит газеты почитать...

— Вы забываете, что природа себя на наши аппетиты не рассчитывала. Так что и нам слепо ей подражать не стоит. Так же, впрочем, как и отвергать ее принципы растениеводства.

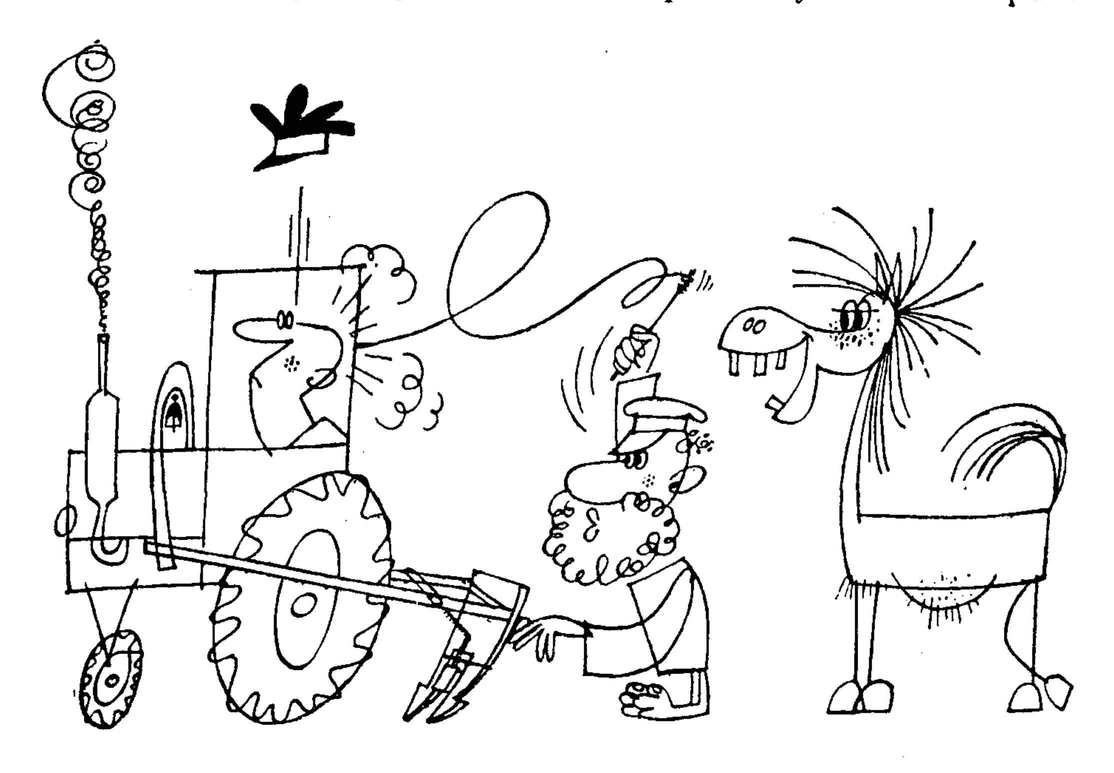
В сказаниях всех земледельческих народов мира земля — вечно живое божество. Причем, заметьте, неизменно женского рода. Люди до сих пор говорят: «земля уродила», «урожай»... Что касается наших далеких предков, то для них эти слова вовсе не были одним лишь образом, иносказанием. Они нередко собирались на целые мистерии, посвящаемые ритуалам «оплодотворения земли».

У жителей Древнего Вавилона в них участвовал специальный золотой плуг-сеялка, почитаемый священным. Каждую весну царь выходил с ним в поле, проводил борозду и через полый сошник высыпал в нее семена. Существует даже теория, утверждающая, что плуг произошел как раз от этого, вначале чисто символического, ритуального инструмента «для оплодотворения»... А в совсем еще недалеком прошлом жители Поволжья, закончив сев, старались меньше топтаться по полю. Ходили по земле чуть ли не на цыпочках и старательно избегали бросать на нее тяжелые предметы: для них

она была «беременной», «тяжелой», и с нею следовало обращаться осторожно.

Что же, в обычаях этих не все так смешно и странно, как кажется порой нашему современнику, вооруженному техникой до зубов, до такой степени, что он зачастую считает себя вправе обращаться с окружающим миром совсем небрежно.

...Никто и не думал рыхлить землю русской степи и американских прерий с тем, чтобы они вновь и вновь каждую весну покрывались ковром душистых трав.



Травы сами растут в степи. Деревья сами вырастают на болоте, карабкаясь по каменистым уступам, они взбираются до перевалов, покрытых снегами. Снегами, под которыми, лишь только они подтают, вновь пробуждается земная жизнь...

Зачем же тогда понадобился плуг, зачем каждый год мы вновь возделываем землю, если дикие растения в естественных условиях без каких бы то ни было хлопот приносят почти столь же большой урожай, как и культурные в условиях искусственных, созданных для них с помощью плуга и полчищ других машин, требующих огромного количества горючего и затрат человеческого труда?

В текущем столетии человек мог уже неоднократно

убедиться: его техника воздействия на землю такова, что в состоянии «пустить его по миру» в самые кратчайшие сроки. Сто пятьдесят — двести и более лет тому назад тот же эффект был куда менее заметен. Ведь хотя в принципе эта техника была той же самой, что и сейчас, количество, тяжесть, скорость, разнообразие и интенсивность ее использования были совсем иными.

Свежеиспеченный высокий каравай отождествляется прежде всего с хорошо подготовленной пашней. Для нескольких одновременно живущих поколений хлеборобов, слабо знакомых с историей земледелия и основами агрономической науки (которая, в свою очередь, выросла главным образом из опыта этих поколений), негативные стороны частой и тщательной пахоты были незаметны. Поэтому-то немцы говорят: «У кого пашня хороша, у того с маслом каша». Урожай — в народе — не только «от бога», но и «от сохи». А вот неурожай уже исключительно «от бога», то есть засухи, мороза да града. Разглядеть среди этих стихийных причин роль сохи было трудно.

Только в последние сто лет благодаря развитию научного земледелия стало очевидно, что традиционная технология земледелия и традиционная техника имеют не только позитивные, но и негативные стороны. Писать об этом начали уже в конце прошлого столетия, главным образом русские агрономы и главным образом те, кто на практике ощутил, что значит лучшая в мире земля — русский чернозем.

«Какой борьбы и каких усилий стоит человеку, чтобы извлекать из чернозема средства для жизни и обогащения!» — восклицал П. Падучев, делясь с читателями журнала «Деревня» (1899 год) своим опытом «сидения на черноземе»: «надо прожить на черноземе 10 лет, надо каждый год испытать летние жары в 40—42 градуса, надо ощущать это безветрие и томительную сушь воздуха днем и ночью, надо воочию видеть гибель посевов на этой «чудной» почве в такие годы, как 1891-й, и только тогда сделается понятно, сколь силен и страшен этот враг нашего чернозема».

Русские агрономы прекрасно понимали, что «обработка крестьянских полей ужасна и потому получила название «издевательство над землей», что необходима неустанная пропаганда новой техники, идущей на смену сохе и деревянному плугу — сабану. Но в то же время

многие из них видели, что даже «идеально обработанные нивы в засушливые годы не дают никаких преимуществ» перед землями, обработанными «по-крестьянски» (Г. Аристов, журнал «Деревня», 1905 год).

Первым выступлениям против традиционного плужного земледелия скоро исполнится сто лет. В последние десятилетия они особенно настойчивы и результативны. Плуг отступает. Но отступает медленно.

Как известно, отвальный плуг (не древние соха и рало, а именно плуг, способный переворачивать пласт) не столь уж древнее изобретение. Он появляется в Европе в период средневековья, распространяется в эпоху Возрождения и становится основным почвообрабатывающим орудием в начале Нового времени. Последние периоды характеризуются ширящимся процессом освоения новых земель. В России плуг выдвинулся «на передние рубежи» только в XIX столетии, когда начали осваивать степную целину.

Для новых земель отвальный плуг — отличный инструмент. По крайней мере, с его помощью можно удобно и быстро разделаться с природным разнотравьем, закопав, похоронив его, и подготовить таким образом почву под пшеницу.

Традиции — особенно тяжелый и вредный груз тогда, когда результативность их тонет в пластах времени: трудно осознать (и часто не только темному и неграмотному человеку, но и ученому агроному), что эрозия, черные бури не от ветра, не от стихии, а от традиции этой самой.

Мы и до сих пор часто восхищаемся видом разделанного «в пух» поля, выутюженного, разглаженного; стебли соломы от прошлого урожая на нем кажутся нам срамом и безобразием. А между тем именно укрытое соломой поле бережет его от эрозии точно так же, как луг сохраняют покрывающие его травы. Двести сухих соломин на квадратном метре, торчащие из земли и оплетающие ее уже мертвыми корнями, — этого вполне достаточно, чтобы ветер не сдул зимой с поля снег, а летом не вызвал черную бурю.

Через несколько лет после того, как отвальный плуг похоронил под перевернутыми пластами земли ковыль казахстанской и алтайской целины, во многих новых совхозах солнца не видели даже в безоблачные июньские дни. Современная тракторная техника возвела в пятую

степень неблагоприятные природные факторы и сделала за три-четыре года явным то, что казалось не вполне очевидным в результате анализа всей тысячелетней истории земледелия.

Для эрозионноопасных районов отвальный плуг вреден. Там, где усилиями советских специалистов, и прежде всего лауреата Ленинской премии академика А. Бараева традиционная техника была заменена новой, почвозащитной, урожаи зерновых в девятой пятилетке увеличились в два раза по сравнению с 1961—1965 годами. Сейчас на повестке дня — внедрение почвозащитной системы земледелия в южных районах европейской части страны, куда пыльные бури «заглядывают» все чаще. В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы», принятых XXV съездом КПСС, предусматривается резкое увеличение площадей, обрабатываемых без плуга, и производство противоэрозионной техники.

Что касается принципов устройства последней, то они подчинены выполнению двух задач: а) оставить поле защищенным от ветра остатками урожая прошлого года и б) подготовить рыхлое ложе для семян урожая года текущего. Операцию обработки земли в этой системе выполняют «плоскорежущие» орудия. Плоскорез — это стреловидное в плане орудие, клин на узкой стойке, не очень круто поставленный по отношению к горизонту. Двигаясь под поверхностью убранного поля, он рыхлит землю наподобие крота или других землероев: снаружи следов рыхления почти незаметно...

Минимальная обработка почвы сейчас означает максимальные валовые урожаи, особенно если учитывать их как многолетние средние и особенно в неблагоприятные засушливые годы. Традиционно тщательная многократная «утюжка» земли может дать и дает больший урожай, но в «хорошие» годы. А много ли их на нашем черноземном юге, и что лучше: взять большой урожай раз в пять лет или ежегодно получать средний?

Чтобы правильно ответить на этот вопрос, следует учесть не только отрицательные последствия традиционного земледелия для урожаев последующего пятилетия, но и затраты горючего и труда...

В опытном хозяйстве Всесоюзного НИИ зернового хозяйства, где директором академик А. Бараев, бригадир И. Бысько производит на каждого работающего в

бригаде 1166 тонн зерна в год. И это при среднем урожае 16—18 центнеров с гектара! А знаменитая кубанская бригада М. Клепикова при урожае в 3 раза большем — только 115 тонн в год (больше обработок, больше хлопот на гектаре посева!). Если учесть, что годовой нормой потребления зерна человеком в развитых странах считается одна тонна, то получается, что Бысько обеспечивает хлебом насущным 1166, а Клепиков — только 115 человек.

Таким образом, целинное зерно — самое дешевое. Одна из главных причин дешевизны — введение минимальной системы почвообработки. Почвозащитные машины сохраняют не только землю, но и труд и горючее. По данным американского исследовательского центра, в штате Небраска при обычной технологии на все операции по возделыванию пшеницы необходимо потратить 60 литров дизельного топлива на 1 гектар. При введении минимальной обработки расход снижается до 27,6 литра на гектар.

И это при условии, что валовые сборы зерна после введения «минимальной системы» не только не уменьшаются, но и увеличиваются. Правило это, кстати говоря, оправдывается не только на южных, подверженных ветровой эрозии черноземах, но и в более северных умеренных климатических районах. Белорусские ученые, например, подсчитали, что в условиях их республики каждый лишний проход трактора по полю перед севом приводит к снижению урожая в среднем на 1 центнер с гектара.

В США к 1976 году «пахота без плуга» была введена на десятой части всей пашни, однако специалисты утверждают, что к 2000 году она займет все 80 процентов. Выгоды ее очевидны: сокращение расходов труда, горючего, снижение эрозии на 75—90 процентов при условии получения, по крайней мере, одинаковых урожаев.

Есть, однако, у минимальной обработки и свои минусы. Прежде всего «минимум» не равнозначен небрежности. Напротив, как считает У. Лавли, ученый специалист министерства сельского хозяйства США, минимальная вспашка «не столь снисходительна, как обычная. Если вы выполняете всего одну операцию, то вы должны выполнять ее тщательно».

Парадоксально: минимальная обработка не снижает

расходов на сельскохозяйственные машины. Напротив, они растут за счет более узкой специализации орудий и, главным образом, из-за усложнения сеялок. Цена сеялки для посева семян в необработанную почву в 1,5 раза выше обычной.

В принципе безотвальный плуг или плоскорез — орудия, достаточно сильно напоминающие русскую соху или египетское рало. Во всяком случае, они воскрешают древнюю технологию отношений с землей. Отношения эти достаточно «поверхностны» в прямом и переносном смысле слова: мелкое рыхление без оборота пласта. Положение не меняется из-за более высокой производительности современных орудий и уж, конечно, из-за того, что в современную соху впрягаются не люди и не животные, а кибернетизированный трактор. В агрегате с орудиями «минимальной системы» он действительно смотрится как робот у деревенского колодца. И все же некоторые надежды на то, что упомянутые орудия внесут нечто решительно новое в технологию почвообработки, остаются...

Речь идет о сорняках. Большинство специалистов полагает, что «минимальная система» не справится с ними традиционными способами механического уничтожения. И практика подтверждает этот вывод: сейчас в США обычной нормой внесения гербицидов на 1 гектар считается 3 килограмма. А фермеры, использующие «вспашку без плуга», расходуют их более 4 килограммов. Не играем ли мы с огнем?..

— Безусловно, играем! И, безусловно, доиграемся!

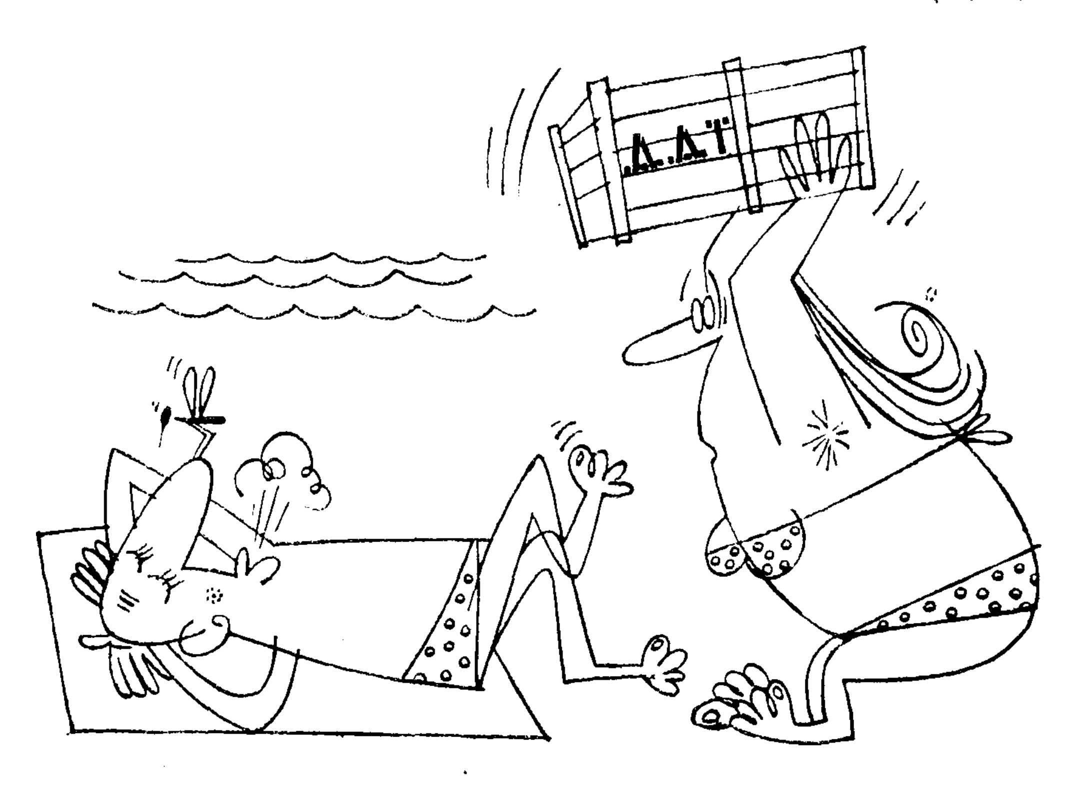
— Но если бы мы сегодня полностью прекратили химическую войну с сорняками и вредителями, то завтра не собрали бы и половины урожая. К сожалению, ядохимикаты нужны!

— В нашем коллективном саду их с ранней весны до поздней осени озерами льют. И все равно — гусеницы... А вот рядом, в лесу, растут и плодоносят ежегодно дикие яблони, хотя никому и в голову не приходит защищать их от напасти. Почему же им не нужны яды?

В естественных условиях растения никогда не живут в одиночку, а только сообществом. И находят среди соседей верных защитников от врагов. Так, в подмосковных лесах сорняки пижма да полынь спасают дикие яблони от бабочки плодожорки, которая не переносит их запаха.

Огневку, пасущуюся на крыжовнике и смородине, отпугивают ароматы бузины или мяты; папоротник спасает корни цикламенов от червей — нематод, а простая далматская ромашка избавляет зерновые от тли и клещей лучше всякого ДДТ. Все это еще раз доказывает, насколько была права и дальновидна природа, когда строила свой удивительно сложный и многообразный живой мир!

Мир сельскохозяйственных угодий очень однообразен. Человек не может высевать вместе с пшеницей или



ячменем ромашку: это ведь сорняк! Конечно, можно сеять ромашку отдельно, потом собирать, делать из нее порошок — пиретрум, коим и посыпать поля... Не совсем то, не так действенно и к тому же сложно, хотя и возможно. Пока что ядохимикаты обходятся дешевле, применять их проще. Вопрос лишь в надежности...

Живший некогда в Греции поэт Агафий рассказал такую притчу... Однажды земледелец, посеяв семена в хорошо обработанную землю, спросил у оракула: какой урожай его ожидает? Оракул ответил: отличный, если только... не грянет мороз и не случится засуха, не выпадет град, а главное — если урожай не заглушат сорняки и не уничтожит прожорливая саранча...

Агафий жил задолго до начала нашей эры. Как ви-

дите, о саранче он был наслышан достаточно хорошо. Да и неудивительно: ведь с вредителями сельскохозяйственных растений человек повстречался задолго до Агафия, тогда же, когда состоялось его знакомство с самим сельским хозяйством...

Собственно, вредители жили и до этого события, и даже до человека. Однако до того их было значительно меньше. Человек, разрушивший дикие фитоценозы (сообщества растений) и принявшийся возделывать одну пшеницу или одну рожь, обеспечил обилие пищи для вредителей, специализировавшихся на этих злаках. Обилие пищи вызывает обилие едоков. Человек нарушил равновесное состояние биоценоза. Природа позаботилась о его восстановлении.

Так, начав разводить растения, человек приступил и к разведению насекомых-вредителей. Заботясь о повышении собственного благополучия, неустанно расширяя посевы и урожайность, он столь же методично расширял и кормовую базу сельскохозяйственных вредителей, обеспечивая им все более роскошные жизненные условия...

Техника борьбы с насекомыми-вредителями достаточно стара. В ранней юности человечества она, как и следовало ожидать, отличалась крайней наивностью. Великий греческий философ Демокрит, например, с полной серьезностью рекомендовал: «Если налетает туча саранчи, пусть все попрячутся по домам, тогда саранча пролетит мимо селения». Другим авторитетам, однако, такая пассивность не нравилась, и они предпочитали не прятаться от прожорливых насекомых, а, по крайней мере, «заговаривать» или хотя бы уговаривать их. Мусульмане с этой целью писали на крыльях саранчи стихи из корана, христиане устраивали массовые молебны на пострадавших полях и даже отлучали саранчу от церкви. В XI столетии один из французских епископов употребил то же средство против гусениц. После того как человек придумал разные юридические законы и свято уверовал в их действенность, начали практиковать против вредителей и длительные судебные разбирательства. Подобного рода процессы происходили в XVI—XVIII веках в Бразилии против термитов, а во Франции против мышей.

Кстати, один из популярнейших писателей древности — Апулей — тоже оставил свой след в истории борь-

бы с сельскохозяйственными вредителями. Твердо веря в могущество слова, он советовал: «Возьми лист бумаги и напиши на нем: «Заклинаю вас, мыши, здесь находящиеся: не причините мне вреда сами и не позволяйте другим. Я отвожу вам такое-то поле (и скажешь, какое). Если же еще я захвачу вас здесь, клянусь матерью богов, что раздеру вас на семь частей». Написав это, приклей эту бумагу до восхода солнца к дикому камню в том месте, где есть мыши, так, чтобы буквы смотрели наружу...»

Впрочем, далеко не все, что применяли наши предки в борьбе с насекомыми, кажется сейчас смешным. Древние эллины частенько окуривали свои сады и виноградники серой и фосфором. За 3 тысячи лет до наших дней серу, используемую в этих целях, прославлял Гомер. А в 470 году до нашей эры Демокрит не без оснований советовал уничтожать «гниль растений», опрыскивая их оливковым маслом.

Но, конечно, настоящая борьба с насекомыми началась только в XIX столетии. Это было обусловлено развитием химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Правда, сырую нефть пытались использовать еще в 1778 году, но без большого успеха (нефть больше губила растения, чем лечила их).

В 1865 году для борьбы со щитовкой на плантациях цитрусовых применили керосин. Однако первым инсектицидом, завоевавшим всемирное (и надолго!) признание, оказалась так называемая бордоская жидкость. Дело в том, что район Бордо издавна был основным во Франции поставщиком медного купороса, который использовался для производства красок. В 1882 году один из жителей этого города заметил, что виноград, который опрыскивали смесью сульфита меди и извести, чтобы прохожие не рвали ягод, не поражался мильдью — заболеванием, вызываемым патогенным грибом, завезенным из Америки.

Так была открыта бордоская жидкость...

К началу нашего века ассортимент сельскохозяйственных ядохимикатов был очень беден: препараты на основе мышьяка, серы, минеральных масел, табака, мыла, формалина — вот почти и все. Правда, в 1873 году О. Цейдлер, австрийский химик, синтезировал дихлордифенилтрихлорметилметан — знаменитый впоследствии ДДТ. Но открытие это много шума не вызвало.

Лишь 64 года спустя, в 1937 году, швейцарец П. Мюллер, работавший над новыми красителями, случайно заметил, что муха, упавшая на открытую коробку с порошком ДДТ, неожиданно опрокинулась на спину...

Мюллер принялся экспериментировать с насекомыми. Вскоре он был удостоен Нобелевской премии, а человечество получило острейшее оружие в борьбе с переносчиками малярии, брюшного тифа, а затем и с сельскохозяйственными вредителями. Именно с этого времени и началась широкая химическая война с полчищами насекомых. Как всякая современная война, она велась с применением огромного количества самых разнообразных машин...

Первые из них появились еще в конце прошлого столетия и благополучно дожили до наших дней. Это были ручные или ранцевые (навешивавшиеся на спину человеку) устройства для опыливания. Ранцевый опыливатель позаимствовал свою конструкцию у... кузнечных мехов. Устройство элементарное: дно и крыша замкнутого коробка соединены гибкой гармошкой — мехом. С помощью рукоятки мех то растягивается, то сжимается, благодаря чему воздух то входит в полость меха, то под давлением выбрасывается из нее. «По пути» он выносит порошок ядохимиката, который и распыливается с помощью шланга и наконечника.

Мощность меха, естественно, невелика. Поэтому уже довольно давно, еще до начала эпохи тракторизации, опыливатели начали оснащать вентиляторами. Постепенно они стали приобретать более «солидные» размеры: получили большие емкости — бункера для запаса ядовитого порошка, специальные дозаторы, выбрасывающие его равномерной струей, мощные вентиляционные установки, которые подхватывают порошок и направляют его к распылительным наконечникам.

29 марта 1911 года лесничий из Магдебурга А. Циммерман предложил поставить такой опыливатель на самолет, за что прусские министерские чиновники окрестили его «сумасшедшим лесничим». Лишь первая мировая война заставила многих скептиков пересмотреть свои взгляды на будущее крылатых машин. В 1922 году в СССР был поставлен первый опыт применения авиации в целях защиты от сельскохозяйственных вредителей. Три ветхих самолета типа «Вуазен»

8 июля пролетели над Ходынским полем, где были разложены большие листы бумаги для улавливания ядохимикатов. Опыт оказался удачным: большинство ядов благополучно достигло земли в заданном месте.

Очень скоро было замечено, что использование сухих ядохимикатов не всегда дает значительный эффект. Более того, в середине столетия пришлось признать, что у этого способа химической борьбы отрицательные последствия куда весомее положительных.

Оказалось прежде всего, что сухой порошок действует далеко не на всех насекомых. Многие из них, защищенные восковидной хитиновой оболочкой, просто стряхивают его с себя. На оболочки яиц и куколок порошок вообще почти не действует.

Но хуже всего, что результативность опыливания очень сильно зависит от погодных условий. С сухих листьев ядопорошки осыпаются столь же легко, как и с хитиновых оболочек насекомых. Поэтому в сухую погоду пыль от химикатов попадает главным образом на землю, а не на растение. Самое же неприятное при опыливании — это ветер. Зачастую он уносит ядовитую пыль на большие расстояния от места обработки, и результаты опыливания бывают часто крайне неожиданными: вместо того чтобы уничтожить саранчу в поле, травят рыбу в реке.

Начиная с 50-х годов, опыливатели стали применять все реже и реже. Их место заняли опрыскиватели. В качестве ядовитой жидкости начали использовать водные растворы ядохимикатов, их суспензии и эмульсии. Опрыскивателю нужно иметь более объемистый бак, чем опыливателю, так как, кроме ядохимиката, приходится возить с собой еще и воду. Смесь воды и мелкодисперсного порошка-ядохимиката захватывается насосом и подается по трубопроводам и шлангам к распыливающим наконечникам.

Изучение эффективности опрыскивания растений убедило ученых, что наибольшая результативность достигается, когда размеры капель невелики. Ведь чем крупнее капли, тем меньшую поверхность они покрывают (при одном и том же расходе ядохимиката на 1 гектар, конечно). Несколько попавших на насекомое мелких капель, имеющих такой же объем, как и одна крупная, соприкасаются с его телом на большей площади и быстрее проникают сквозь защитную оболочку в организм.

Наблюдения над гусеницами хлопковой совки показали, что 80 процентов этих существ, ползая по листьям, равномерно покрытым крупными каплями, обходят их. Ну и, наконец, чем крупнее и тяжелее капля, тем больше шансов на то, что она просто скатится с листа и упадет на землю. А от подобного «обкапывания» почвы ничего, кроме неприятностей, не получается...

Вначале для дробления капель применили вентиляторы. С их помощью струя ядохимикатов перед выбросом из распыливающего сопла смешивается с мощным воздушным потоком. Миниатюрный «ураган», созданный в камере смешивания, позволяет распыливать капли еще до момента выброса их через наконечники. Таким способом удалось существенно уменьшить диаметр капель... Но ураган есть ураган. Конечно, он несет много водяной пыли. Но мелкие капли под действием ветра могут так же легко сливаться в крупные, как крупные — распадаться на мелкие. Поэтому следующей ступенью работы конструкторов стали специальные аэрозольные генераторы — устройства для образования своего рода тумана, очень мелкодисперсной смеси жидкости и воздуха. Весьма подходящим для этого оказался такой способ: раствор ядохимиката вводится в выхлопную трубу двигателя или специальной горелки. Часть воды в «комплексной» жидкой капле, состоящей из воды и яда, мгновенно испаряется, капля уменьшается в диаметре. Дополнительное дробление ее достигается и за счет большой скорости выбрасывания из «дюзы».

«Холодные» и «горячие» аэрозоли получили очень широкое распространение, в том числе и в быту... Но использование их на полях очень скоро убедило специалистов, что они вновь пришли к той же самой проблеме, с которой начали: проблеме «сноса».

Если «уронить» каплю диаметром 500 микрон с трехметровой высоты над уровнем поля, она достигнет земли всего за 2 секунды. Капле диаметром 100 микрон для достижения цели понадобится уже 11 секунд, а пятимикронной — целых 60 минут. За указанное время при скорости ветра 1,33 метра в секунду первая капля будет отнесена от места сброса на 2, вторая — на 15 и третья — на 5400 метров.

При такой «точности» применение самолетов, естественно, следует признать вредным; поэтому сейчас основное внимание инженеров направлено на наземные машины, максимально приближенные к растениям. Они должны уметь делать очень мелкие, но тяжелые капли. Это достигается созданием тяжелых вязких жидкостей — ядохимикатов, имеющих не менее 80 процентов действующего вещества (то есть не более 20 процентов воды).

«Малообъемное» и «ультрамалообъемное» опрыскивание безводными инсектицидами в наши дни признано наиболее перспективным направлением в развитии механизированных средств химической борьбы с сельскохозяйственными вредителями. Для получения мелкодисперсного дробления вязких ядовитых жидкостей используют быстровращающиеся диски или сетчатые барабаны, на поверхность которых подается струя жидкого ядохимиката. Подобные устройства обеспечивают получение очень мелких капель вязкой ядовитой жидкости, образование тяжелого, быстро оседающего тумана...

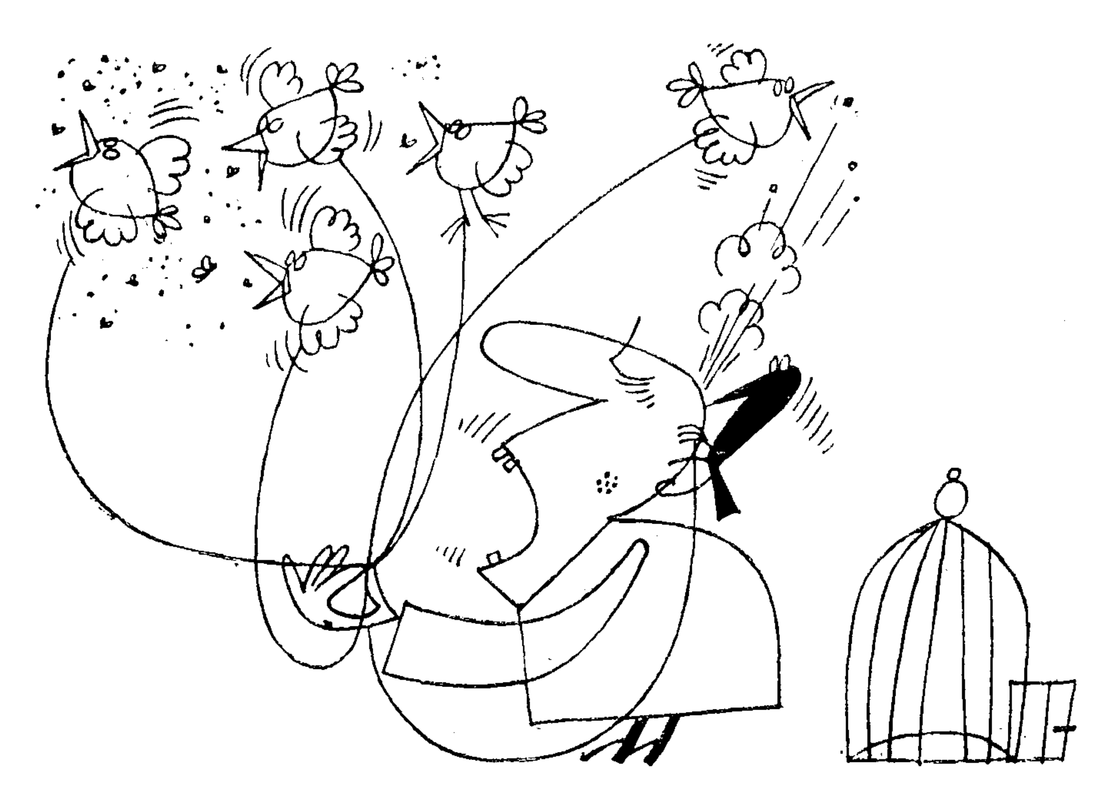
— Кто-то сказал: «Или люди сделают так, чтобы в воздухе было меньше ядовитого дыма, или дым сделает так, что на земле станет меньше людей». Но теперь я спокоен: наконец-то мы научились делать «правильные» ядовитые туманы! Не лучше ли было бы, однако, прежде чем проектировать искусственную армию механизированных отравителей, присмотреться к «естественной технике» природы?

— Замечание резонное. Вот только научиться «правильно умерщвлять» вредителей «естественным путем» — значительно труднее, чем делать «правильные» ядовитые туманы.

Защита растений — одна из немногих сфер технической деятельности человека, в которой он открыто проповедует войну с живым. Здесь Homo sapiens — убийца без маски. Если бы насекомые умели думать, то уже очень давно поняли бы, с каким страшным врагом в его лице они имеют дело. И тогда, возможно, они пришли бы в ужас. И отступили... Но насекомые не располагают сложным мыслительным аппаратом. Сталкиваясь с человеком на хлебном поле, они воспринимают его присутствие как сильнейшую конкуренцию со стороны существа, покушающегося на ограбление их соб-

ственных амбаров с зерном. А когда насекомым приходится испытывать «на собственной шкуре» удары его жестокой руки и массами гибнуть, они реагируют на человека как на хищника — точно так же, как реагирует тля на поедающую ее божью коровку.

Что касается «конкурентоспособности» человека по отношению к насекомым, то она не настолько велика, как мы себе это представляем. Сейчас нам удается отвоевать у насекомых, сорняков и вредных микроорганизмов примерно половину их «законной» добычи. Со-



гласитесь, что такой результат не назовешь полной победой, особенно если учесть ее стоимость.

Итак, конкурент из нас получился средненький. Ну а как с ролью хищника? Все-таки позиции волка, съедающего зайца с потрохами вместо того, чтобы делить с ним скромный вегетарианский стол, кажутся несравненно более прочными...

К сожалению, и здесь нам нечем особенно хвастаться.

За историю своего существования на Земле человеку удалось уничтожить целиком много сотен видов животных и, пожалуй, ни одного вида насекомых... Почему же люди легко истребили огромную морскую корову

Стеллера и никак не могут справиться с невзрачным колорадским жуком?

Прежде всего в этом повинна ужасающая скорость размножения насекомых. Крупные животные (в том числе и вышеупомянутая корова) живут дольше мелких. За это они расплачиваются меньшей плодовитостью и меньшей скоростью роста. Иначе и не могло бы быть: масса слона не может удвоиться за сутки. А муха, как мы уже говорили, способна на значительно большее.

Одним словом, слонов мало, а мух много. И поэтому «проблема уничтожения слонов» вовсе не трудная. Для ее решения вполне достаточно довести численность слоновьего поголовья до нескольких десятков... Если их распределить на больших пространствах, то у особей противоположного пола окажется мало шансов для встреч. Еще меньше шансов будет у молодого поколения на то, чтобы дожить до зрелости... и в общем все кончится довольно быстро — так же, как это случилось с дронтами, турами и прочими и прочими.

А вот с мухами так никогда не будет. Мы не можем выследить и расстрелять персонально каждое насекомое. А раз так, то для возрождения мушиного племени будет достаточно, если в живых случайно останется хотя бы одна пара...

Не забудем, кроме того, что энтомологи всего мира ежегодно открывают и описывают несколько тысяч новых видов насекомых, что общее число таких видов, вероятно, достигает полутора миллионов, из которых мы знакомы пока с половиной.

Но это еще не все. Уже довольно давно энтомологи установили способность насекомых к обучению. Они обнаружили, что гусеницы яблонной плодожорки аккуратно обходят на плодах налеты мышьяковистых инсектицидов. Поскольку покрыть ими сплошь все растения не удается, постольку большая часть «ученых гусениц» остается в живых.

Следующее неприятное открытие: устойчивость (природный иммунитет) некоторых насекомых к ядохимикатам. Так, например, божья коровка, поедающая тлю, к нашему счастью, невосприимчива к ДДТ. К несчастью, столь же безразличны к нему и некоторые саранчовые: известны и описаны случаи, когда гусеницы

хлопковой совки преспокойно жили в банках с ДДТ и даже пожирали «страшную отраву». Такие особенности насекомых лишают сна химиков, заставляя их изобретать все новые отравляющие вещества.

Но даже в том случае, если мы сумеем подобрать яд для каждого из 1,5 миллиона видов насекомых, задача не будет решена. Предлагая насекомым отраву, мы как бы тренируем их, и это дает эффект — вспомните о древних властителях, которые, боясь отравления, ежедневно принимали яд.

ДДТ казался всемогущим не слишком долго. Уже повторное его применение против самых неприятных для нас насекомых — комаров, мух, клопов, вшей, блох и тараканов — свидетельствует об ослаблении его действенности. С течением времени привыкшие к ДДТ насекомые перестают обращать на него внимание. Они либо начинают вырабатывать в организме специальные вещества, нейтрализующие яд, либо изменяют собственную наследственность. Человек, таким образом, продолжает селекцию вредных насекомых и получает «хорошие» результаты: на его полях из года в год появляются все более жизнеспособные вредители, для борьбы с которыми приходится придумывать все более сложные приемы... селекции же.

Все это похоже на известные сказки без конца или на фантастическую сцену, описанную в одном из романов братьев Стругацких: «На капителях колонн и в лабиринтах исполинской люстры, свисающей с почерневшего потолка, шуршали нетопыри и летучие собаки. С ними Модест Матвеевич боролся. Он поливал их скипидаром и креозотом, опылял дустом, опрыскивал гексахлораном, они гибли тысячами, но возрождались десятками тысяч. Они мутировали, среди них появлялись поющие и разговаривающие штаммы, потомки наиболее древних родов питались теперь исключительно пиретрумом, смешанным с хлорофосом...»

А теперь вспомним о насекомых, которые ничем не вредят нам и даже приносят пользу. Некоторые (и даже многие) из них погибают «за компанию» с вредителями. Между тем каждый из видов последних имеет собственных — «насекомоядных волков», которые уже много миллионов лет вполне самостоятельно справляются с проблемами регулировки численности своих «стад». Вместе с волками-насекомыми от ядов гибнет и

огромное число птиц и полезных животных, вносящих свою лепту в уничтожение вредоносных букашек.

В конце 60-х годов на юго-западе Марокко для борьбы с саранчой применили гексахлоран. Заодно уничтожили и полчища скорпионов. Вследствие гибели мух и комаров население стало меньше болеть малярией и трахомой. Однако после опыливания сильно уменьшилось число пчел и хищных насекомых. Этим не замедлили воспользоваться щитовки, белокрылки, клопы, трипсы и клещи, не сильно пострадавшие от гексахлорана. Они с удвоенной энергией набросились на посевы бобовых и сады. В итоге вывоз апельсинов из Марокко практически прекратился.

В 1956 году в США была проведена широкая кампания против еловой листовертки-почкоеда. Огромные площади леса были опылены ДДТ. Листовертка исчезла. Но вместе с ней исчезли и многочисленные хищные насекомые. Через год лес был съеден паутинным клещиком, на которого никогда не обращали внимания в силу его немногочисленности. ДДТ уничтожил естественных врагов клещика, сдерживавших его плодовитость...

Таких примеров можно приводить бесчисленное множество, и каждый из них будет свидетельствовать о необходимости разработки стратегий борьбы с вредителями, о том, что химическое оружие в этой войне иногда стреляет не в ту сторону... Слишком уж тесно связан весь этот мир, чтобы можно было ожидать эффекта от такого слишком грубого (хотя и необходимого пока) оружия, как ядохимикаты.

Но ведь не обязательно химия, есть и другие средства борьбы.

В 1776 году отчаявшиеся в борьбе с постельным клопом европейцы решили применить против него... клопов же. Только хищных. А еще раньше, в 1328 году, Людовик Баварский издал специальный указ, в котором сказано: «Тяжкий штраф ждет того, кто поймает синицу, усердного ловца насекомых. Нарушивший закон должен уплатить королевскую подать 60 шиллингов, а также красивую рыжую курицу и 12 цыплят, как возмещение за пойманную синицу».

Удивительного в высокой цене на синиц ничего нет. Только за период выкармливания птенцов супружеская пара этих птиц приносит в гнездо свыше 10 тысяч вред-

ных насекомых. Не менее продуктивен маленький пестрый дятел. Его дневная норма — 3 тысячи личинок и гусениц!

Птиц, как известно, в наших садах становится все меньше. Слишком уж усердно мы поливаем их ядохимикатами. Экспорт — импорт наиболее полезных птиц сейчас вовсе не диковинка. Ученые всерьез решают проблемы искусственного разведения насекомоядных птиц... А вспомните нашумевший в свое время китайский опыт поголовного уничтожения воробьев, которые, по мнению недальновидных специалистов, съедают слишком много зерна на полях... Все кончилось тем, что воробьев принялись закупать за границей.

Впрочем, в борьбе с насекомыми-вредителями немалую пользу могут принести не только дикие, но и домашние птицы. В 1974 году вблизи города Готвальдов (Чехословакия) члены одного из кооперативов, отчаявшись в борьбе с прожорливыми насекомыми, выпустили осенью на свои поля 8 тысяч молодых петушков. Петухи оказались отличными санитарами: они аккуратно подобрали все осыпавшиеся зерна, а заодно съели всех гусениц и личинок. В итоге были сэкономлены ядохимикаты и почти бесплатно получено 17 тонн мяса. В 1975 году на полях кооператива паслось уже 100 тысяч петухов. Гусениц уже не хватало на всех, и руководители хозяйства, не лишенные чувства юмора, начали подумывать об... искусственном разведении вредных насекомых.

Индустрия, «изготавливающая» полезных насекомых, и техника, их распространяющая, еще только рождаются. Машины, «рождающие» крылатых волков, очень сложные автоматизированные устройства. Вот, например, первая поточная линия для производства трихограмм конструкции С. Андреева...

Трихограмма — это крошечная оса (0,33 сантиметра), откладывающая 50—70 яиц в такое же число свежеснесенных яиц зерновой моли. Таким образом, для производства трихограмм прежде всего нужно научиться производить моль. В цехе № 1 это и делают: здесь в специальных боксах при оптимальной температуре и влажности выдерживают кассеты с кормом для моли и яйца этого вредителя. Через месяц после начала процесса из них появляется масса бабочек. С помощью вентилятора они засасываются в трубопровод, из него

попадают в особые контейнеры, где откладывают яйца на сетки. Специальным пневмоустройством яйца снимаются, очищаются от лапок, крыльев и других остатков погибшей моли и доставляются в цех № 2.

Здесь — царство трихограммы. Яйца моли наклеивают на бумажную ленту и доставляют в цех, где разводят трихограмм. «Здоровые» яйца моли и яйца, содержащие задорыши трихограмм (тоже на бумажной ленте), помещают в биотрон — устройство, где поддерживается нужный климатический режим. Трихограмма выходит из яйца раньше моли, и, пока яйцо последней созреет, она успевает отложить в него собственный плод. Теперь зараженные яйца моли отправляются в холодильник, где и «консервируются» до нужного момента: как только сложится угрожающая обстановка, куски бумажных лент разбросают по полям, из яиц моли вылетят хищники — трихограммы, и зерновой моли придет конец...

В самом недалеком будущем у нас, по-видимому, появятся гигантские фабрики для производства полезных насекомых. Зародыши их, как известно, обладают огромной живучестью. В будущем рядом с фабриками вырастут помещения для длительного хранения зародышей, где они до поры до времени будут «сладко спать»...

К сожалению, «в чистом виде» эти фабрики существовать не смогут. Рядом вырастут (парадокс эпохи!) другие фабрики, производящие вредных насекомых. Производить их надо как корм для «полезных». А это значит, что мы имеем полную гарантию: никогда от вредных не освободиться. И все же у биологической службы защиты растений большое будущее...

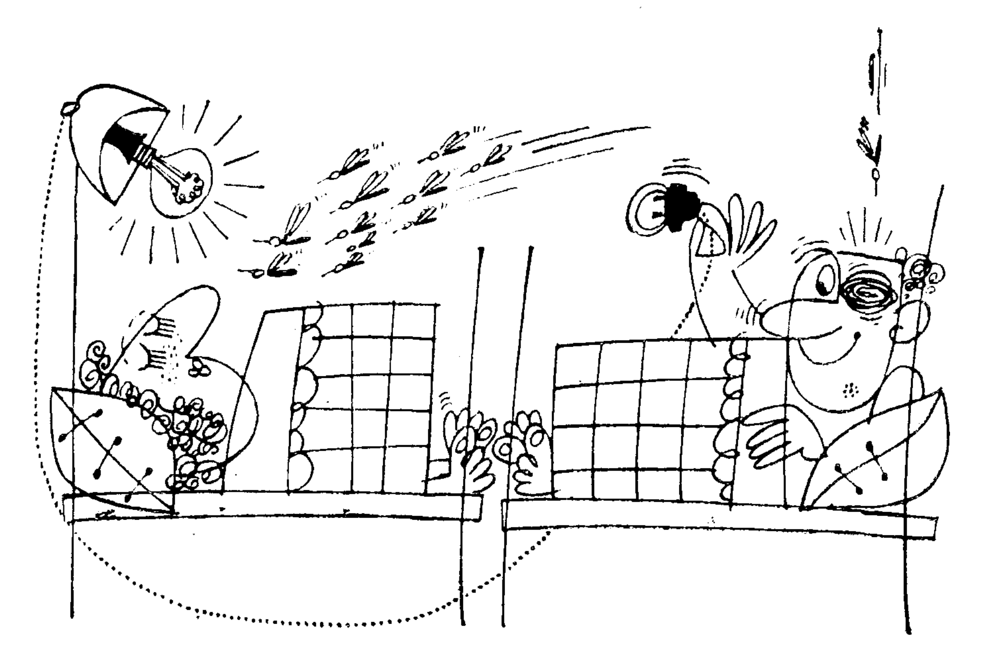
— Вот теперь я, кажется, понимаю, откуда прошлым летом появились эти несметные полчища божьих коровок! Не иначе как из этого самого биотрона! На пляже от них покоя не было: кусались так, что куда там комарам да медузам!

— Если бы побочные следствия биологической технологии борьбы с вредителями ограничивались одними неудобствами для отдыхающих, с этим еще можно было бы примириться...

Летом 1976 года английские и западногерманские газеты пестрели заголовками: «Интервенция божьих коровок», «Блицкриг насекомых». Полчища «агрессо-

ров» — божьи коровки выгнали отдыхающих с пляжей и обратили в бегство рабочих, сооружавших мост в Шотландии. В Копенгагене в один из дней солнце на время скрылось за красной тучей, состоящей из мириадов жучков...

По существу, дело обстоит так, что не насекомые живут в нашем мире, а мы живем в мире, принадлежащем насекомым. Какое решение в этих условиях будет единственно правильным? Ведь в конце концов, выпуская на поля стаи искусственно выращенных хищных на-



секомых, мы вполне сознательно и очень резко нарушаем все то же равновесие в природе. Последствия этих нарушений предугадать сложно.

После того как насекомое-хищник слопает свою законную жертву и почувствует очередной приступ голода, не набросится ли оно на другое — полезное насекомое? Не забудем также, что на одном и том же растении кормятся чаще всего несколько видов вредителей. Они конкуренты в борьбе за пищу. Сегодня мы применили хищника для борьбы с одним и уничтожили его. Это означает, что мы облегчили жизнь его конкуренту.

Не окажется ли он еще более страшной угрозой для заботливо охраняемых нами культурных растений?

Особенно большая опасность на этом пути ожидает нас, когда мы пытаемся заменить в борьбе с сорняками гербициды на насекомых. Кто поручится за то, что, покончив с амброзией и не найдя больше пищи, «естественные» ее враги не привыкнут к вкусу пшеницы? Во всяком случае, прежде чем выпустить «сорнякоядных» насекомых на волю, биологи должны позаботиться о внушении им отвращения ко всему съедобному, кроме данного сорняка. Таким образом, фитофагов приходится и выращивать и воспитывать...

Рассказам о том, что случается, когда куда-либо непродуманно (а сложность «продумывания» теперь вам ясна) ввозят какой-либо новый биологический вид, буквально числа нет. Вот один из них.

Как-то на Гавайских островах встретились два чужестранца: мексиканское декоративное растение лантана и майна — довольно крупная птица, родственница наших скворцов. Растение прижилось, украсило цветники и парки. Хорошо освоилась на островах и майна. Особенно понравились птице ягоды лантаны. Наевшись ягод, птицы разлетались затем по пастбищам и рассеивали там семена. Лантана чувствовала себя в новых условиях прекрасно и стала активно вытеснять с пастбищ местные растения. Сама она для корма скота совершенно не годилась. Перепуганные скотоводы обратились за помощью к ученым. Начались лихорадочные поиски природных врагов растения. В 1926 году на Гавайские острова было ввезено 23 вида насекомых. Одни из них не могли приспособиться к гавайскому климату, другие не выдерживали конкуренции с местными видами или гибли от новых болезней, третьи приживались, но не оправдывали возлагавшихся на них надежд. Сорняк тем временем наступал, скотоводы разорялись.

Прошло 30 лет. В 1956 году количество видов насекомых, ввезенных на Гавайи для уничтожения лантаны, достигло полусотни. Некоторые из них начали успешно размножаться. Особенно полезной оказалась маленькая мушка — агромиза, благодаря которой лантана начала исчезать. Но настали тяжелые времена и для ее спутника — майны... Майна поедает не только ягоды, значительное место в ее рационе принадлежит насекомым. За время своего массового размножения майна нанесла чувствительный удар бабочке — луговой совке, опас-

ному вредителю сахарного тростника. Теперь бабочка снова начала наносить вред сахарным плантациям.

Образовался замкнутый круг. Что делать: искоренить лантану или оставить ее; чьи интересы удовлетворить — скотоводов или плантаторов? Какой должна быть стратегия и тактика биологической борьбы? Когда, как, каких и сколько нужно хищников, как часто и где следует выбрасывать их десанты, и... Согласитесь, все настолько непросто в этой вековечной войне, что принять решение иной раз просто страшно.

Впрочем, может быть, лучше всего избежать его? Быть может, существуют другие биологические способы борьбы, не связанные с необходимостью выводить на арену полчища других насекомых? Существуют. Прежде всего микробиологические методы.

Впервые предложил использовать их знаменитый русский ученый И. Мечников. В 1879 году он обнаружил на Украине заболевание хлебных жуков, названное им «зеленой мюскардиной». Возбудителем его оказался гриб Metarrhizium anisoplia. Уже в следующем году Мечников опубликовал статью, где описывал метод выращивания патогенного гриба и предлагал его для борьбы с вредителями. К настоящему времени разработано очень большое число специальных препаратов, вызывающих у вредных насекомых массовые заболевания. Некоторые производятся в промышленных масштабах. И тем не менее микробиологические методы борьбы все еще сдерживаются многими факторами.

Первый фактор — это скорость действия. Мы все еще очень спешим. Нам некогда ждать, пока эпидемия среди насекомых разрастется до нужных масштабов. Яды действуют быстрее и нагляднее. Да и кроме того: бактерий ведь всегда много. Тем не менее далеко не всегда они вызывают болезни (в противном случае нас с вами давно бы уже не было на свете). Для их действенности нужно, чтобы насекомое было склонно к заразе. Чтобы сами заражающие были достаточно крепкими молодцами. И, наконец, чтобы погода была подходящей...

Второй фактор — дороговизна. Химикаты делать проще, чем выращивать болезнетворные грибы или бактерии. Дороги и трудоемки исследования болезней насекомых, очень трудно обнаружить их возбудителей...

Ну и, наконец, третий фактор: все та же проблема

избирательности. Эпидемия — срыв равновесия, и трудно опять-таки предугадать его конечные результаты. Не случится ли, например, так, что заболевание от «плохих» перейдет на «хороших» насекомых.

Будущее микробиологической технологии — это опять-таки заводы. Уже сейчас микробиологическая промышленность — это колоссальные комбинаты, производящие сотни и тысячи тонн препаратов в сутки. Правда, пока они вырабатывают главным образом кормовые продукты для животноводства и микробиальные удобрения для земли. Но не за горами появление заводов, фабрикующих бактерии, споры грибов — смерть насекомых...

Но и химия еще не сказала своего последнего слова в борьбе с вредителями. Она начала с ядов как с наиболее простых (и как бы конкретных) веществ. Сейчас, кроме них и «более тонких» микробиологических средств, на очереди применение и «супертонких» — генетических, например.

Первым предложил использовать искусственно вызываемые нарушения в наследственном аппарате насекомых для борьбы с ними крупнейший советский генетик А. Серебровский в 1939 году. По его мысли, следовало так нарушить этот аппарат, чтобы сделать насекомое бесплодным. Если выпустить большую партию бесплодных насекомых на волю, то они составят мощную конкуренцию для плодовитых. Самцы будут продолжать спариваться с самками, но браки останутся бездетными. Численность популяции начнет падать в геометрической прогрессии...

Сразу же после войны американский энтомолог Э. Ниплинг осуществил эту смелую идею. Он стерилизовал большую партию самцов мясной мухи. Для этого оказалось необходимым облучить их сумасшедшей дозой — 300 тысяч рентген. Процедура прошла для насекомых почти бесследно. Они продолжали быть вполне жизнерадостными и с большой охотой общались с самками. (Для сравнения укажем, что после 600 рентген человек умирает. Поистине насекомые являют нам удивительный пример неистребимости жизни.)

Стерилизованные самцы были упрятаны в бумажные пакеты и отправлены на юг США, где потери скота от мясной мухи оценивались в кругленькую сумму — 40 миллионов долларов ежегодно. Пакеты раз-

бросали в воздухе с самолета (в момент сбрасывания их разрезали). Опыт оказался удачным. Во Флориде построили завод производительностью 50 миллионов мух в неделю. За 17 месяцев после начала кампании в штатах Джорджия и Алабама выпустили 3,5 миллиарда «псевдосамцов». Уже через несколько недель после окончания полетов от мясной мухи не осталось и следа.

Стерилизация самцов вредных насекомых сейчас один из наиболее перспективных методов борьбы с вредителями. Группа советских ученых во главе с С. Андреевым разработала, например, самоходную кобальтовую пушку. Переезжая от одного зерносклада к другому, она способна стерилизовать огромное количество вредителей, так сказать, «на месте преступления». Годится она и для обработки овощехранилищ, полей, садов.

В последнем случае отпадает надобность в «фабрике мух». Отпадает она и в случае использования химических средств для стерилизации, хемостерилянтов.

Но не обязательно делать бесплодными самцов вредителей. Не так давно ученые, заинтересовавшись причиной моногамии у мух, обнаружили, что нежелание их самок повторно встречаться с самцами связано с выделением специального гормона — фактора полового безразличия. Существуют, оказывается, и такие гормоны, которые вызывают своего рода цепную реакцию стерилизации: передаваясь при спаривании от одного насекомого к другому, они делают их бесплодными...

Если удастся синтезировать и наладить производство таких гормонов в промышленных масштабах, то это, вероятно, будет идеальным решением вопроса: во-первых, они абсолютно безвредны, во-вторых, для каждого из видов насекомых отличаются по химическому составу. А значит, мы сможем убивать с их помощью только один, избранный, вид и не вредить другому.

За сто лет, истекшие со дня изобретения ДДТ, техника и технология массового умерщвления насекомых и сорняков стали поразительно разнообразными. Чего только не придумали за это время!

...В 1970 году биохимики Мичиганского университета установили, что насекомые не вырабатывают столь необходимого живым организмам холестерина, а получают его в готовом виде вместе с кормом. Значит, бороться с ними можно, сделав холестерин недоступным. По-

следовало изобретение специального антибиотика — «филлипина»...

...Давно известно, что насекомые летят на свет, хотя и непонятно пока, в чем причина такого пагубного стремления. Непонимание этого явления, однако, ничуть не помешало человеку создать специальные механизированные световые ловушки... В наше время световые приманки дополнены ультразвуковыми и химическими: было установлено, что насекомых привлекают неслышимые для нашего уха призывы противоположного пола. Зов может быть и звуковым (чаще ультразвуковым) и химическим. В последнем случае насекомое продуцирует пахнущие вещества — аттрактанты. Человек научился синтезировать их. Теперь он строит механизмы уничтожения, использующие «зов любви»...

А вот и еще целая группа методов...

Насекомые, как и волки, предпочитают поедать слабых, больных и старых. Поэтому в нашем распоряжении имеются наиболее естественные методы борьбы с ними. Например, чтобы насекомое не съело свое растение, надо, чтобы оно либо не узнало его, либо признало невкусным, либо просто опоздало к столу.

Следует подумать о направленной селекции растений, при которой они становились бы невосприимчивыми к определенным болезням или несъедобными для определенных видов насекомых. Ну и, конечно, следует самое серьезное внимание обратить на почву: здоровое растение не может вырасти на истощенной земле...

Селекционные и агротехнические методы борьбы с болезнями и вредителями сельскохозяйственных растений сейчас одни из наиболее распространенных и действенных. Конечно, трудно утверждать, что эти или какие-либо другие из вышеописанных приемов ведения войны с вредными насекомыми приведут в конце концов к полному уничтожению их племени...

Скорее всего этого никогда не случится. И не потому, что мы не можем достичь абсолютного всемогущества. Ведь каждый из видов вредителей никак не может рассматриваться сам по себе. Он лишь звено в великой цепи жизни. И если мы изымаем его, то следует позаботиться о замене. Нет, видно, не зря старик Ной тащил в своем ковчеге и «чистых» и «нечистых». Видимо, он подозревал об экологической равновесности мира.

Кто знает, уничтожь мы сегодня какую-нибудь вред-

ную блошку «до конца», так что и следа от нее не останется, не приведет ли это в будущем к потерям, несравнимым с теми, которые она причиняет сегодня? Не правильнее ли будет все же сохранять равновесие, но не то, которое поддерживает Природа, а то, которое выгодно и современному и будущему человеку. Единственное, что нужно для этого, — очень много знать об окружающем нас мире. Ведь без этого мы не сможем принимать ответственные решения.

— Мне кажется, мы сначала «делаем», а уж потом «познаем». Вот, например, в нашем колодце...

— Кстати, не кажется ли вам, после всего сказанного о технике борьбы с вредителями, что энергетика сельского хозяйства вовсе не так уж похожа на робота у колодца? Все-таки аэроопрыскиватели, кобальтовые пушки, фабрики ос, «ловушки любви»...

— Не спорю: это уже не соха. И хитро, и умно! Но я не об этом. Хочу спросить: отчего в нашем колодце на даче вода стала зеленой? От пестицидов?

— Нет. От удобрений.

Ежегодно вместе со снимаемым урожаем с поля вывозятся десятки элементов таблицы Менделеева. С одной тонной пшеницы из почвы выносится более 20 килограммов азота, около 10 — фосфора и около 5 — калия. Американские специалисты подсчитали, что за год поля Соединенных Штатов теряют 7,5 миллиарда тонн азота, более 2 миллионов тонн фосфора и более 4 миллионов тонн калия. Суммарный вынос питательных веществ — 14 миллиардов тонн!

До середины прошлого столетия мы почти ничего не знали об этих потерях, хотя и возмещали их за счет органических удобрений, главным образом навоза домашних животных. Впрочем, потери питательных веществ в то время были невелики, поскольку невелики были и урожаи.

В последние сто лет благодаря успехам селекции в культуру введены новые высокоурожайные сорта. Они нуждаются в добавочном питании, в усиленных рационах и дополнительных блюдах, которые естественные источники дать не в состоянии. Началась эпоха химизации земледелия...

Пытаясь восполнить колоссальные потери минеральных соединений, удаляемых из почвы вместе с урожаем, мы вносим в землю все больше и больше искусственных

удобрений. Занимаясь этим делом один или несколько раз в течение года, мы, однако, не просто изменяем количественное соотношение в почве азота, фосфора, калия... Земля не кладовая, Вводя в нее искусственные удобрения, мы меняем характер, направление и интенсивность происходящих в ней сложнейших биохимических процессов.

Положение агрохимика до сих пор в какой-то степени напоминает положение молодого специалиста, которому доверили огромный химический комбинат. Специа-



лист «до зубов» вооружен теорией, но еще слабовато разбирается в бесчисленных тонкостях сложнейшего химико-технологического процесса. Не исключено, что в один прекрасный день он перекроет не тот кран, например, направит в цех № ... на переработку не..., а...

Нет, нет, не пугайтесь. Взрыва не произойдет: почва не бочка с порохом. Но что можно сказать, к примеру, о следующем...

В пахотном слое в том или ином количестве присутствуют почти все элементы периодической системы. Все они в определенной дозе растениям полезны, а в определенной — вредны. Вносим же мы в почву главным образом основные: азот, фосфор, калий, кальций... Представьте себе, что однажды вы «от души» сдобрили землю

фосфатной «пищей»... Избыток фосфатов приводит к переходу содержащегося в почве железа в нерастворимое состояние. Растения недополучают этот элемент, и у них развивается специфическое заболевание — хлороз. Другой пример — повышенная щелочность, создаваемая известкованием... По ряду причин иногда это просто необходимо. Но и здесь есть побочное явление — борное голодание, наступающее из-за перехода бора в недоступную для растения форму.

Не забудем также, что некоторые питательные вещества попадают в почву, минуя агронома. Часть их сваливается в буквальном смысле с неба — вместе с воздухом и дождями, которые, как известно, сейчас уже далеко не то, что раньше... Так, на поля, близкие к промышленным зонам, дожди вместе с водой вносят много серы: обычно более чем достаточно для того, чтобы полностью удовлетворить потребности в ней растений. Если же вместе с серой в почву поступают медь, марганец или цинк, то ядохимикаты здесь становятся уже излишними. С фактором засорения среды теперь приходится считаться в любом районе земного шара. Очевидцы свидетельствуют, что подходы к величайшей вершине мира — Джомолунгме — замусорены жестянками и обертками; газеты сообщают, что отходы производства Рурского бассейна обнаружены на полях Норвегии...

Итак, мало знать сиюминутные потребности растения, которое возделываешь: следует учитывать сиюминутный химический состав почвы, чтобы «не пересолить». А это десятки и сотни анализов. Поскольку делать их агрохимслужба не успевает, приходится «усреднять» и надеяться на магическое «авось».

Неудивительно, что в последние годы заговорили о специальной науке — диагностике растений. На нее возлагают очень большие надежды. Предполагается, что через искусственные минеральные удобрения удается регулировать обмен веществ в растительном организме. Если эта задача будет решена, то возможности растениеводства раздвинутся очень сильно. Интенсификация обмена веществ и его регулирование в автоматическом оптимальном режиме увеличат урожайность во много раз.

Впрочем, до этого, видимо, еще далеко. Во всяком случае, чтобы подобные радужные перспективы из мечты стали явью, нам нужны не только предельно точные научные знания, но и соответствующая им техника «почво-

терапии» и «почвопитания». Технические средства, машины, с помощью которых человек лечит и кормит землю, должны стать очень совершенным инструментом.

Если плуг — скальпель земледельца, то машины для внесения удобрений — его шприц... Сейчас уже очевидно, что для безошибочно точного применения этого инструмента необходима очень сложная и продуманная система, начало которой на колоссальных фабриках искусственных удобрений, а конец — в почве. На фабриках должны производить главным образом не готовые к употреблению смеси, а лишь их компоненты. Подобно тому как продукция фармацевтической промышленности доходит до больного через аптеку, так и смеси удобрений должны готовиться вблизи своего потребителя — земли на специальных пунктах-складах химических удобрений.

При описываемой системе агрохимик выступает и как врач-терапевт и как диетврач, назначая земле определенную «диету», сопровождаемую медикаментозными инъекциями. Выписанный рецепт реализуется на пункте-складе, где из запасов различных компонентов удобрений получаются соответствующие рецепту смеси.

Проблемы «почвоаптеки» достаточно сложны. На аптеку это учреждение походит лишь по форме своего функционирования.

В действительности же это солидный завод, оснащенный системой бункеров с запасами различных компонентов, мельницами, дозаторами, смесителями и транспортерами; завод полностью автоматизированный, где не только основные производственные процессы осуществляются без участия рук человека, но и функции управления, и составление оптимальных смесей берут на себя вычислительные машины.

Для вычислительной техники в области химизации сельского хозяйства непочатый объем работы. Ведь, конечно, далеко не все компоненты сложных удобрительных смесей могут храниться на складе данного хозяйства или даже на межхозяйственных крупных складах. Агрохимслужбе приходится решать сложные проблемы срочной доставки и перераспределения удобрений, вопросы оптимального размещения своих местных пунктов по территории, проблемы контроля за применением удобрений и ядохимикатов,

Но вот смесь приготовлена и погружена на машины, которые доставят ее в поле... Здесь работают специальные разбрасыватели. Как свидетельствует само название, машины эти разбрасывают удобрения по поверхности поля, после чего их запахивают при вспашке или перемешивают с поверхностным слоем почвы при культивации или бороновании.

Конструкции разбрасывателей непрерывно совершенствуются, но при всем этом они сохраняют доставшийся от «малотехничного» деда принцип внесения удобрений — разбрасывание их по поверхности земли. Принципом этим пользовались испокон веков, когда вносили на поля навоз. Недостатки его вполне очевидны.

Если удобрения оставить на поверхности, то часть их (и большая) теряется для растений, уносится дождевой водой, улетучивается в атмосферу. Кроме того, для растения нужно, чтобы удобрения размещались вблизи его корневой системы. Если этого не случается, то оно начинает «тянуться» к желанной пище. На это вовсе излишнее вытягивание корней в сторону расходуется немало энергии, а значит, часть ее уже не используется для формирования урожая.

Эти недостатки традиционного метода были впервые основательно проанализированы почти сто лет тому назад русским агрономом А. Зайкевичем. Им же был сформулирован и лозунг: не разбрасывать, а вносить удобрения.

Сплошное распределение удобрений в почвенной массе, оказывается, не нужно; более рационально локальное, близкое к корням растений. Достигается оно с помощью специальных сошников или подкормочных лап. Подобные рабочие органы, двигаясь вдоль рядка высеянных растений (процесс может быть объединен и с посевом, и с культивацией), рыхлят почву и вносят внутрь нее удобрения. Подаются последние с помощью специальных туковысевающих аппаратов.

Для подземного внесения очень удобными оказались жидкие удобрения. Удобны они, впрочем, и для поверхностного сплошного внесения: ведь жидкость легко просачивается внутрь почвы, и, следовательно, ее не нужно специально запахивать. Жидкие удобрения в последнее время часто применяются в орошаемом земледелии. Здесь их смешивают с поливной водой и подают на

поле по оросительной системе или с помощью дождевальных машин.

Особенно удобной оказывается эта технология в случае внесения жидкого навоза... Навоз — это не готовая к употреблению растениями пища, а лишь полуфабрикат. Готовят из него пищу для растений почвенные микроорганизмы. Именно они разлагают навоз и другие органические остатки.

Искусственные минеральные удобрения — совершенно новый, незнакомый эволюции почв фактор. Внося их в землю, человек практически освободил почвенные микроорганизмы от их вековечных и тяжких хлопот. Теперь растение получает необходимое ему питание не «из рук» микробов, а из рук человека. Последствия этого явления весьма значительны.

«Облегчение труда» почвенных микроорганизмов привело к глубокой перестройке их собственной жизни и среды обитания. Поскольку многие из микроскопических обитателей подземного мира остались безработными, они сильно уменьшились в числе. Некоторые же из них, не получая привычной пищи в виде неживой органики, принялись жевать живую. Появляется и развивается в почве и масса вредных для растений фитопатогенных организмов, накапливаются слаборазлагающиеся вредные вещества, вымываются и исчезают важнейшие микроэлементы, уменьшается, наконец, содержание перегноя...

Уже сейчас промышленность СССР производит азота в четыре раза больше, чем фиксируют его микроорганизмы. К 1980 году мировое производство искусственного азота станет равным тому его количеству, которое «производят» бактерии. С этим фактором нельзя не считаться. Последствия такого всесилия человека очень велики и, к сожалению, далеко не всегда однозначно положительны. Одно из неприятнейших последствий «засилья» химических удобрений — уничтожение гумуса в почве.

Подсчитано, что в среднем во всем мире происходит ежегодное снижение количества гумуса на 0,5—1,0 процент. Это неприятно не столько в связи с выносом из почвы питательных веществ (его мы восполняем, как говорилось выше, искусственным минеральным питанием), сколько из-за ухудшения физических свойств пахотной земли. Ведь гумус, клеящее органическое ве-

щество, придает почве структурное состояние, обеспечивает оптимальный водно-воздушный режим. Бесструктурная земля может иметь какой угодно избыток минерального питания для растений, хорошего урожая она все равно не даст...

Бороться с обесструктуриванием почвы пытаются с помощью все той же химии: вводят специальные клеящие вещества. Однако это сложно и дорого. Целесообразнее использовать старую «навозную технологию» или сделать поставщиком органики город.

Современный город ежедневно выбрасывает на свалки колоссальное количество мусора. Первый завод по компостированию городских отбросов был построен в Голландии еще в начале 30-х годов. В 60-х такие заводы стали не редкостью и в других странах мира. К сожалению, удобрять поля городским мусором очень хлопотно и не всегда выгодно. Во-первых, выделение органики из мусора стоит дорого. Во-вторых, перевозка удобрений на далеко отстоящие от города поля делают их дорогими («за морем телушка — полушка, да рубль — перевоз»). В-третьих, современные отбросы на 50—75 процентов состоят из бумаги, полиэтилена и стекла... И, наконец, энергетический кризис... В последние годы он привел к попыткам получения из мусора не удобрений, а синтетического горючего.

Так развитие современного урбанизированного мира и общие тенденции индустриализации животноводства все больше разрывают экологическую цепочку, связывающую почву с нашим столом. Результаты разрывов многочисленны. Вот, например, проблема «мыльного картофеля...»

Техника и технология внесения удобрений страдают одним серьезнейшим недостатком, ликвидировать который инженерная мысль пока не может. По существу, внося удобрения, человек подкармливает не растения, а почву. То, что мы вносим в почву, — это только потенциальная пища, на стол к растению из этого количества попадает немного. Вот если бы организовать «индивидуальное снабжение» каждого растущего в поле стебля, не распределять равномерно пищу по поверхности земли, а доставлять ее персонально к данному корешку, тогда бы мы не имели перерасходов удобрений и повысили бы их КПД.

Задача персонального питания растений пока в ши-

роких масштабах не решена. И поэтому на практике приходится прибегать к гаданию с большей или меньшей точностью. Ошибки при этом неизбежны. А они приводят: в случае недостаточной дозировки удобрений — к снижению урожая; в случае передозировки — к снижению качества получаемых продуктов и к засорению среды.

Благодаря дождям или поливу некоторая часть нитратов, сульфатов, а также соединений калия не задерживается в пахотном горизонте и попадает в грунтовые воды. Следствием этого является повышение содержания вышеупомянутых «питательных веществ» в питьевой воде в колодцах, а также в воде рек и озер.

Естественно, что удобрение питьевой воды — явление нежелательное, от которого могут легко пострадать и животные и люди. Что касается удобрения рек и озер, то оно вызывает «зеленый взрыв» — бурное размножение водорослей, широко известное как цветение воды. В районах крупных водохранилищ в результате такого цветения вода превращается в подобие жидкой зеленой каши.

Описанный процесс «цветения воды» получил в науке специальное название «эвтрофикация». Конечным следствием его является резкое снижение содержания кислорода в воде, развитие «одышки» у рыб и постепенное их исчезновение. Правда, сельское хозяйство не единственный виновник эвтрофикации водоемов: посильную лепту вносит химическая промышленность, производящая моющие средства и другую синтетику. И все же от 10 до 60 процентов вины падает на земледелие (в зависимости от географического положения цветущего водоема и почвенно-климатических условий).

Неумеренное применение минеральных удобрений может приводить и в ряде случаев приводит к появлению «мыльного вкуса» у продуктов питания. При определенной концентрации фосфора, калия, кальция, а также некоторых микроэлементов применение продуктов растениеводства для питания людей и кормления животных становится нежелательным, так как может принести ущерб здоровью. В связи с этим все страны, интенсивно применяющие минеральные удобрения, вынуждены организовывать специальную службу экспресс-анализа сельскохозяйственных продуктов, в задачи которой входит определение, вписываются ли ука-

занные продукты в рамки «предельно допустимых концентраций» (ПДК). Легко понять, что наличие службы ПДК вовсе не снижает стоимости продуктов...

«Перебор» минеральных удобрений обеспечивает массу неприятностей и заготовителям. Так, например, картофель, «перебравший туков», имеет достаточно крупные, но рыхлые клубни, легко поражаемые гнилью и другими болезнями. Надо сказать, что в большом числе случаев повышенное внесение в почву туков повышает опасность заболевания растений разнообразными инфекционными и неинфекционными заболеваниями.

И все же этот ущерб несравним с полезным влиянием удобрений. А поэтому, как отмечал в своем докладе на июльском (1978 г.) Пленуме ЦК КПСС Л. Брежнев: «В числе мер по интенсификации сельскохозяйственного производства самого серьезного внимания заслуживает дальнейшее развитие производства минеральных удобрений и средств защиты растений. Без этого ныне невозможно вести сельскохозяйственное производство по пути его быстрого подъема».

Только химизация дает сегодня гарантированный урожай.

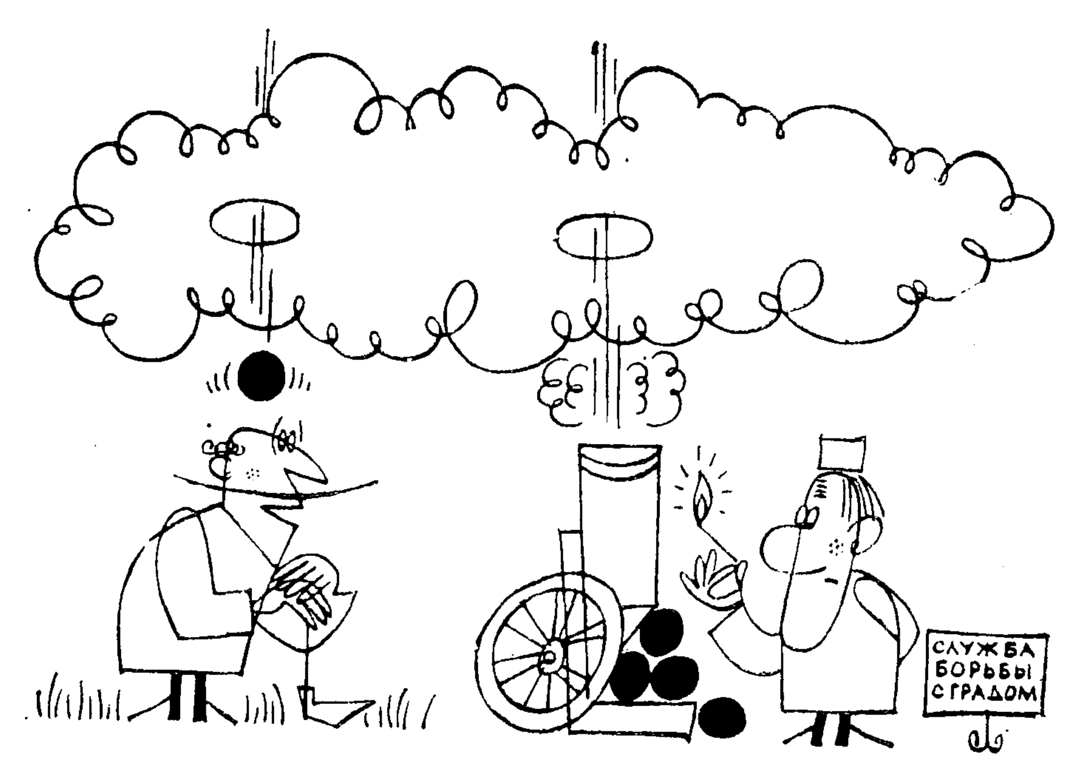
— «Гарантированный урожай»?.. Я вспоминаю недавнее лето 1976 года, когда в газетах мелькали аншлаги типа «Европа изжаривается заживо». Если не ошибаюсь, в то лето многие районы наиболее интенсивного и высокомеханизированного земледелия Западной Европы лишились половины «гарантированного» урожая. А ведь те же газеты не раз писали о «всемогуществе современной техники». Писали даже о технике, «сеющей облака»...

— Чтобы эта техника смогла вызвать дождь, нужно, чтобы в воздухе было хоть немного влаги. Из сухого воздуха сколько ни жми, капли не выжмешь.

Мечта повелевать громом и молнией, дождем и градом преследовала человечество с незапамятных времен. Уже за тысячелетия до изобретения ученых степеней и званий многочисленные «экспериментаторы», облаченные в шкуры или вовсе не облаченные, разрабатывали рецепты усмирения природных сил. Позднее греки обобщили их. В пересказе византийца Африкана Секста Юлия, жившего в II—III веках нашей эры, завещанные предками средства от грозы состояли в следующем: «...если показать зеркало надвинувшейся туче, то град

пройдет мимо...», «если ты найдешь на болоте черепаху, положишь ее на спину в правую руку, обнесешь ее вокруг всего виноградника, станешь посредине его и положишь черепаху на спину, насыплешь вокруг немного земли, чтобы она не могла перевернуться и уползти... то град не упадет ни на нивы, ни на все это место».

Изложив все эти советы, Африкан, однако, счел необходимым порекомендовать своим читателям вовсе не обращать на них внимание: «Я записал их потому, чтобы не сочли, будто я пропустил что-либо из сказанного древними».



Как видите, почтение к трудам предшественников было развито уже очень давно. Подробный, уважительный (и в то же время критический) анализ их всегда делал более весомыми собственные рекомендации. Что касается Африкана, то после вышеуказанных выводов он переходил к результатам собственных экспериментов: «Куски гиппопотамовой шкуры, положенные на каждой меже, отвращают град... Закопай шкуру гиппопотама посредине усадьбы, и молния туда не упадет...»

В конце XVIII столетия австрийский миссионер П. Добрицгоффер отправился в джунгли Парагвая с целью обращения невежественных индейцев в христиан-

ство. Пожив среди них некоторое время, слуга божий с изумлением обнаружил, что его коллеги — шаманы не без успеха вызывают гром и молнию над иссушенными прериями и саваннами.

А недавно газеты сообщали о курьезном случае, происшедшем в одной молодой африканской республике. Правительство этой страны решило провести спортивно-танцевальный фестиваль и «заказало» по этому поводу одному из наиболее маститых колдунов приличествующую случаю погоду. К сожалению, «повелитель туч» не справился с задачей (всю фестивальную неделю лил дождь), за что и был серьезно наказан. Единственным оправданием ему служило то, что с вызыванием дождя он ранее справлялся неоднократно и успешно, методика же прекращения оного оказалась еще не доработанной...

Как ни странно, в действиях африканских и южноамериканских шаманов было кое-что рациональное (помимо, конечно, обычных заклинаний и битья в бубен). Впервые это понял американец Ж. Эспи. В 1850 году он предложил конгрессу США финансировать его опыт изменения погоды на большой территории. Эспи предлагал еженедельно производить поджоги лесов на участках по 40 акров, расположенных на расстоянии 20 миль друг от друга. Участки должны были поджигаться одновременно, образуя пунктирную линию пожаров длиной в 600—700 миль.

«Это жертвоприношение, — писал Эспи, — должно привести к зарождению длинной полосы дождей, которая начнет перемещаться в направлении востока США... над всей страной к востоку от очага пожара выпадут дожди...» Проект Эспи, по существу, повторял (хотя и в больших масштабах) методику дождя, разработанную индейцами в джунглях и прериях Южной Америки. Одобрения конгресса проект не получил, но интерес вызвал и нашел немало последователей...

Чтобы найти рациональное зерно в проектах устройства гигантских пожаров с целью вызова дождя, необходимо прежде всего понять, как рождаются тучи и почему из них падает на землю живительная влага. Вода непрерывно испаряется с поверхности всей нашей планеты под действием солнечного тепла. Нагретый воздух, содержащий водяной пар, в соответствии с известными физическими законами поднимается вверх. В соответ-

ствии с ними же, поднимаясь, он расширяется, благодаря чему температура его постепенно снижается. При безоблачном небе падение температуры с высотой равно примерно одному градусу на каждые 100 метров подъема. В конце концов убывание температуры приводит к насыщению воздуха паром и его конденсации.

Конденсация и есть образование облака. Начинается оно в тот момент, когда температура движущегося вверх влажного воздуха станет равной температуре среды. Именно тогда конденсирующийся пар прекращает подъем и принимается растекаться по горизонтали: образуется облачный слой.

Когда ученые начали пристальнее вглядываться в механизм образования облаков, они обнаружили, что в очень чистой атмосфере конденсация происходит редко и лишь на больших высотах, где стоит температура ниже 0 градусов Цельсия. «Теплые облака», рождающиеся при плюсовой температуре, состоят из пара, конденсация которого происходит на мельчайших пылевых частичках — ядрах конденсации, плавающих в воздухе (теперь понятен смысл пожаров — «жертвоприношений»).

Над сушей в каждом кубическом сантиметре воздуха содержится от одной до ста тысяч частичек пыли и дыма размерами от 50 ангстрем до 10 микрон. Над океаном поменьше: от ста до тысячи, но мириады брызг, поднимаемых волнами, выносят в высокие слои атмосферы громадное количество мельчайших частиц морской соли (вспомните излюбленные выражения авторов морских песен и романов — «соленый ветер», «запах моря»...).

В одном кубическом сантиметре теплых облаков содержится примерно 100 капелек — результатов конденсации. Радиус их равен в среднем 10 микронам. Такие капли просто плавают в воздухе. Для того чтобы из облака пошел дождь, они должны стать более крупными. Если радиус капли достигнет размера 50—100 микрон, она начнет опускаться вниз. При этом происходят два процесса: во-первых, благодаря попаданию в более теплые слои воздуха вода с поверхности капли испаряется; во-вторых, капля растет за счет столкновений — слияний с соседними. Если второй процесс интенсивнее первого — идет дождь, в противном случае облако проходит, клубясь, над полем лишь призраком...

Для «холодных» облаков описанный механизм (конечно, у нас он достаточно упрощен) выглядит несколько иначе. Если водяной пар поднялся выше границы нулевой температуры, то начавшаяся конденсация ведет к появлению ледяных кристаллов и переохлажденных капель воды. Кристаллы льда, в свою очередь, служат ядрами конденсаций; опускаясь под действием силы тяжести вниз, они обрастают каплями воды, становятся большими и ускоряют свое падение. В зависимости от числа таких ледяных ядер на единицу объема, температурных перепадов в различных слоях атмосферы, сквозь которые пролетают кристаллы, ветра и множества других факторов, падающие льдинки имеют разную судьбу.

Они могут, растаяв в нижних слоях, упасть на поля дождем; обрасти дополнительным ледяным панцирем и стать градом... Льдинки способны стать снегом или... вновь паром, возвращающимся вверх в дымящееся и клубящееся облако.

Возможность создавать или разрушать облака появилась сразу же после того, как описанный механизм был понят и лег на страницы научных трудов тысячами цифр, таблиц и формул. Не следует только думать, что возможность эта означала и вполне реальное управление погодой...

Первые официальные патенты на способы вызывания дождя были выданы в различных странах в последней четверти прошлого столетия. Таким образом, технике искусственного дождя исполняется 100 лет. Впрочем, точности ради надо упомянуть, что еще в XVI веке знаменитый Б. Челлини в «Автобиографии» описал услугу, оказанную им некой герцогине Оттавио. Хитроумному итальянцу якобы удалось прекратить сильный ливень, стреляя пушечными ядрами в наиболее мощные части облаков. Солнце показалось после четвертого залпа, и герцогиня смогла эффектно въехать в Рим.

Все патенты, выданные в конце XIX столетия, так или иначе повторяли опыт Челлини с той только разницей, что на смену ядрам пришли снаряды. Так, например, в Штайнмарке (Австрия) один предприимчивый бургомистр установил на холмах 36 «градовых пушек». Над жерлами орудий возвышались дымовые трубы паровозов. Пушки не только страшно гремели, но и изрыгали массу дыма...

Описанные эксперименты в Австрии закончились... человеческими жертвами. Не лучше обстояло дело и в США. В 1916 году деятельность одного из «дождевателей» привела к тому, что городу Сан-Диего были причинены убытки в миллион долларов. Лишь после работ, проведенных в Голландии, Швеции, и Германии между 1930-м и 1938 годами, обстрел облаков обрел вполне научную основу.

Сейчас на этой основе проводятся экспериментальные «сеансы дождевания» с помощью техники, разработанной Украинским гидрометеоинститутом. Сеансы вполне успешны и дают основания экономистам щелкать клавишами вычислительных машин, подсчитывая барыши...

Вероятность успешного вызывания дождя тем больше, чем выше влажность воздуха и больше в небе туч. Об этом свидетельствует, в частности, «вполне солидный» американский опыт ведения метеорологической войны против Кубы, лежащей, как известно, в зоне высокой влажности. Как заявил Фидель Кастро в интервью корреспонденту «Юманите» (смотри «За рубежом» № 23, 1977 год), в 1969-м и 1970 годах ЦРУ провело метеооперации против Кубы, пытаясь сорвать ее план получения урожая сахарного тростника в 10 миллионов тонн. Чтобы не пустить дождь на остров Свободы, старались «опорожнить» тучи над океаном. Некоторые из этих операций метеовойны были успешными. Безуспешны, однако, любые попытки закрыть народам дорогу к счастью и свободе.

И метеовойна, и мирная обработка туч базируются в настоящее время на одной и той же сельхозметеотехнике... Для вызывания дождя используют снаряды или ракеты, запускаемые с земли или с самолетов. В некоторых случаях прибегают к «опрыскиванию» облаков или «протягиванию» сквозь них специальных «засевающих» устройств. Все эти снаряды, ракеты или устройства призваны внести в облако либо крупные гигроскопические частицы, чтобы увеличить эффективность конденсационного механизма, либо искусственные ядра конденсации — кристаллизации с целью стимуляции осадков.

Для засева облаков используются сухой лед, поваренная соль, йодистое серебро. Наиболее эффективно последнее. Для его генерирования изобретены специальные горелки, которые устанавливают на земле или на

самолете. «Подогрев» облаков с их помощью — достаточно перспективное занятие, хотя никто не может сказать, когда оно станет экономически эффективным.

Другую технологию искусственного дождевания разработал американский физик Ф. Вайнбергер. Она тоже дорога, но более надежна: специальный генератор, установленный на Земле, испускает вертикальный, высотой до 2,5 километра, поток электронов энергией около 50 миллионов электрон-вольт. Электроны увеличивают электрический заряд частиц, находящихся в облаке. Благодаря этому начинается лавинная конденсация и выпадает дождь.

При всех успехах «дождевателей» пока экономически оправдывает себя лишь борьба с градом. Особенно хорошие результаты достигнуты во многих районах Молдавии и Кавказа, где создана специальная ракетная служба борьбы с градовыми тучами. По оценкам специалистов, ущерб от града на защищаемых этим способом территориях на 75 процентов ниже, чем на незащищаемых.

Облакосеющие и градобьющие машины не вышли еще из стадии эксперимента, а ученые уже думают о том, как бы бороться с молниями, ураганами, как «делать погоду по заказу»...

Есть, однако, в перспективах искусственного регулирования метеорологических условий и некоторые побочные аспекты, кроме технических и экономических. Вызывая дождь в одном месте, мы, очевидно, не даем ему возможности излиться в другом. Если вмешательство человека в погоду в недалеком будущем примет планетарные масштабы, то это приведет к перераспределению осадков на огромных территориях. Области, ранее бывшие переувлажненными и слишком сухими, станут одинаково влажными. Это вызовет заметные изменения в условиях жизни растений и животных. Существующее равновесие сдвинется... и мы не знаем пока всех последствий этого нарушения.

Есть и социальный аспект проблемы «погоды по заказу»; он настолько важен, что многие специалисты в буржуазных странах вообще не уверены, надо ли это делать. Попытка изменить погоду может быть очень эффективна для одних слоев населения и вредна для других. В мае — июне дожди — благо для фермера, выращивающего пшеницу, и разорение для владельцев ку-

рортов и отелей, несчастье для садовода, выращивающего клубнику. Дожди в июле неприятны при уборке зерновых, зато дают много корма для животноводства...

Этот список можно было бы продолжить, но уже ясно, что регулирование погоды может производиться эффективно лишь в плановом, некапиталистическом обществе. Что это именно так, доказывает следующий пример. Летом 1964 года в городе Квебеке гидроэлектрическая компания «Квебек гидро» приняла решение попытаться повысить уровень водохранилищ за счет искусственного увеличения осадков. Фирма финансировала заказ на «облакозасев», и вскоре пошел дождь. Не прекращался он в течение трех недель. Успех превзошел все ожидания компании и... вызвал гром и молнии с той стороны, откуда их не ожидали.

Большинство местного населения жило за счет туризма. Три недели дождей для многих означали огромные убытки. Ярость населения в связи с этим дошла до того, что были предприняты попытки разрушить генераторы йодистого серебра. Компания демонтировала их, однако дождь не прекращался. Жители устроили массовые демонстрации, на которых раздавались угрозы убить министра природных ресурсов и линчевать председателя фирмы «Квебек гидро». К счастью для этих лиц, дождь прекратился...

В настоящее время во многих штатах США приняты специальные законы, запрещающие искусственно менять погоду. Формально они опираются на «классическую» основу: «погода от бога»...

— Если мы так близки к тому времени, когда погоду можно будет заказывать по телефону, то стоит ли возиться со всеми этими поворотами северных рек на юг?.. Тем более что новая сельхозметеотехника, судя по всему, попроще старой мелиоративной.

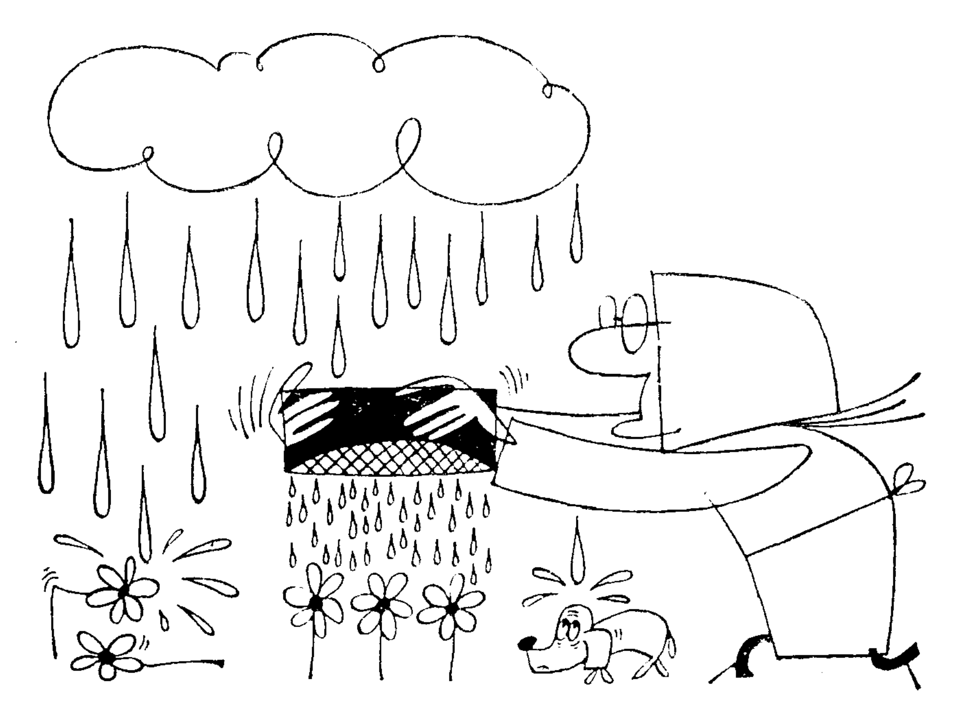
— Вопрос о предпочтительности той или иной техники дождевания будет решаться не только стоимостью одной капли искусственного дождя, но и точностью ее попадания по прямому назначению.

Наблюдения с американских спутников показали, что в тех районах США, куда достигают дымовые шлейфы заводов, кучевые облака образуются быстрее. Статистика неопровержимо свидетельствует: в городах дожди идут чаще, а средняя температура здесь выше, чем в окрестностях; человек уже «научился» изменять пого-

ду, хотя и не научился предсказывать последствия этих изменений...

Погоду, видимо, никогда не будут заказывать по телефону, а поэтому вызывание дождя из естественных туч никогда не будет противоречить использованию туч искусственных. Скорее всего новая сельхозметеотехника будет дополнять старую, которая, впрочем, тоже станет новой...

Не будем заблуждаться: не все «естественное» означает одновременно «оптимальное». Дождь дождю —



рознь. Всем наверняка случалось попадать под ливень, который кладет на землю растения, ломает их и вымывает целые овраги. Поэтому раз уж люди взялись за производство дождя, то необходимо научиться делать его исключительно «хорошим» и не делать «плохим». Ну а, следовательно, для начала не мешает поговорить о его «качестве».

Качество дождя характеризуют несколькими величинами.

Во-первых, слоем осадков на единицу поверхности. Он должен быть таким, чтобы почва могла легко и полностью впитать его, чтобы она стала насквозь мокрой, но чтобы по ней не заструились ручьи и не появились застойные лужи. В первом случае за дело принимается

водная эрозия. Во втором — растение просто рискует вымокнуть, утонуть, захлебнуться.

Во-вторых, равномерностью распределения дождя по поливаемой площади. (Все, наверное, слышали жалобы агрономов: «везет соседям: каждый день дождь, а у нас за весь май — ни капли».) Дождь следует делать равномерным: толщина слоя искусственных осадков в любой точке орошаемого поля должна быть одинаковой. Иначе одному растению достанется слишком много, а другому — ничего.

С помощью очень простых математических выкладок можно доказать, что силовое воздействие падающих капель тем больше, чем выше скорость их падения и диаметр. Скорость же тем больше, чем с большей высоты падает капля. Поэтому искусственный дождь следует сбрасывать с не слишком большой высоты, чтобы не разгонять капли до очень большой скорости. Кроме того, капли искусственного дождя должны быть как можно более мелкими.

По принципу работы дождевальные машины делятся на коротко- и дальнеструйные. Первые выбрасывают воду на небольшое расстояние, поэтому капли падают на землю с незначительной скоростью. Вторые заставляют струю воды лететь дальше с тем, чтобы она могла полить более удаленные от машины участки. Для этого струю направляют под углом к горизонту, благодаря чему она поднимается на некоторую высоту над землей и уже оттуда падает веером брызг. Высота подъема струи, впрочем, существенного значения не имеет. Благодаря сопротивлению воздуха при падении скорость капель возрастает лишь до определенного значения и потом уже становится постоянной. Например, если капля имеет диаметр 3 миллиметра, то ей уже «все равно», с какой высоты падать — с 10 или со 100 метров: скорость в обоих случаях будет одинаковой. А вот при высоте ниже 10 метров она уже будет меньше...

Итак, управлять скоростью падения капель можно и нужно: для этого следует регулировать и угол выброса струи к горизонту, и скорость ее выброса (то есть напор струи). Существуют специальные инженерные методы расчета оптимальных значений этих величин, учитывающие как необходимость обеспечения допустимой скорости соударения капли с почвой и растением, так и требуемую производительность машины (ведь чем

дальше летит вода, тем большую поверхность поля она сможет оросить с одной и той же позиции, занимаемой машиной). А вот существуют ли способы, позволяющие «изготавливать» капли нужного размера?

Струя воды, выброшенная под углом к горизонту, рано или поздно сама рассыпается на более мелкие струи и капли под влиянием сопротивления воздуха. Интенсивность такого самопроизвольного распада, однако, зависит от первоначального характера струи: ее формы, вида, движения воды внутри нее (струю можно, к примеру, закручивать относительно продольной оси) и скорости истечения. Все это поддается регулированию, и дождевальные машины оснащаются самыми разнообразными по производительности и напору насосами, различными по конструкции водопроводящими трубами и насадками-соплами.

Вода из короткоструйных дефлекторных насадок выбрасывается с относительно небольшой скоростью, и давление обычно не превышает 0,5—1,5 атмосферы. Поэтому диаметр водяного зонтика невелик. А раз так, приходится на одной машине ставить множество насадок, чтобы обработать сразу большую площадь. В связи с этим короткоструйные машины отличаются относительной громоздкостью. Чаще всего они выглядят как длинные, смонтированные на тракторе или специальных колесных ходах фермы. По трубам этих ферм и подается вода к насадкам.

Дальнеструйные машины работают при напоре от 2,5 до 8 атмосфер. Это позволяет достичь высокой скорости выброса струи из сопла, а следовательно, и значительной дальности ее полета. На выходе из насадки брандспойта элементарные струйки воды, составляющие общий поток и движущиеся у его периферии, имеют скорость, меньшую, чем центральные. Происходит это из-за тормозящего действия стенок канала брандспойта. Поэтому крайние струи вторгаются в воздушное пространство с меньшей скоростью и летят на меньшее расстояние, чем центральные. Из-за этого поток воды постепенно утоньшается, от него отпадают струи, оказавшиеся крайними. Постепенно обнажаются все новые участки потока, место крайних занимают струйки, летящие ближе к его центру... Струя постепенно распадается и образует веер летящих капель. Идет искусственный дождь.

Есть и еще одна принципиальная разница между работой коротко- и дальнеструйных машин. И первые и вторые могут производить полив как непрерывно, так и прерывисто, меняя время от времени позицию. Однако для короткоструйных «порционный» полив не слишком целесообразен. Чтобы обеспечить высокую производительность и равномерность, короткоструйную машину лучше всего непрерывно перемещать по полю. В этом случае вдоль поля как бы движется сплошная туча, из которой непрерывно идет дождь.

Что же касается брандспойта дальнеструйной машины, то из соображений производительности его целесообразнее всего вращать. Тогда дождь распределяется не прямоугольной полосой, а выпадает по кругу, в центре которого находится машина. Если заставить ее непрерывно двигаться, дождь будет покрывать один и тот же участок не один, а несколько раз. Естественно, это приводит к снижению равномерности полива.

Снижает эффективность дальнеструйной машины и ветер. Уже при небольшом ветре снос капель в сторону достигает значительной величины. Это может очень сильно снизить равномерность полива. Если же учесть стремление производить как можно более мелкие капли (которые сносятся еще сильнее), то вывод напрашивается один: дальнеструйные агрегаты далеко не самый лучший источник искусственного дождя.

С другой стороны, тащить по полю громоздкую ферму из переплетений стальных труб и тросов — занятие не слишком прибыльное. Возникает поэтому вопрос: нельзя ли найти компромиссное решение, сочетающее лучшие стороны всех ранее использовавшихся дождевальных агрегатов? Оказывается, можно.

Прежде всего вовсе не обязательно иметь огромную ферму, навешенную на трактор. Можно, например, ограничиться одной трубой, по которой и подавать воду к насадкам. Чтобы она стала более жесткой, ее следует опереть через равные расстояния на легкие колеса.

Так и сделали. Получился «колесный дождевальный трубопровод»: одна длинная (до 400—500 метров) ось (она же труба) с надетыми на нее через каждые 10—15 метров опорными колесами. В зависимости от длины и конструктивного исполнения такая установка имеет один или несколько устройств для забора воды из канала и механизм передвижения. Перемещается она

обычно периодически: польет полосу 15—30 метров шириной (в зависимости от напора и типа используемых насадок) и передвигается на следующий шаг. Перемещают такие установки с помощью специальной ходовой тележки, располагаемой между двумя симметричными крыльями.

Установки описанного типа — «Волжанка», «Фрегат», «Днепр» — могут применяться далеко не во всех условиях. Они рассчитаны лишь на ровные прямоугольные поля с невысокими растениями. Для полива участков неправильной конфигурации и полей с высоким стеблестоем растений приходится пользоваться более универсальными, хотя и более неудобными в эксплуатации переносными разборными трубопроводами. Возни с ними немало: с позиции на позицию их приходится перетаскивать вручную и каждый раз вновь и вновь монтировать. Если трубы стальные, то у поливальщика спина обязательно мокрая.

В последние годы дождевальные крылья все чаще делают из синтетики и легких сплавов. Поливные рукава вообще часто делают гибкими, сматывающимися на барабан. Тогда трактор или самоходная тележка может быстро разложить и сложить поливной трубопровод. Система механизации полива становится столь же простой и гибкой, как и те материалы, которые она использует для доставки воды к изнемогающему от жары растению.

— Сколько же нужно подвести воды к растению?

— Это зависит от типа водопровода. Выращивание риса, например, требует до 40 тысяч кубометров влаги на гектар, хлопчатника — до 12, а пшеницы — до 3 тысяч.

— Немало. Однако все эти кубометры выливаются на землю. А сколько из них достается растению?

— Около 0,2 процента.

— И это вы называете «гибкой системой»?!

Сейчас дождевание в нашей стране применяется на четвертой части орошаемых земель. Три четверти орошается модифицированным дедовским способом — напуском или по бороздам. И тот и другой вариант обладают целым рядом неприятных особенностей.

Прежде всего расход воды. При орошении затоплением он очень велик, так как влага расходуется не прицельно. По существу, точно так же, как и при внесении

удобрений разбрасыванием, мы снабжаем влагой не растение, а землю. В результате часть ее испаряется с поверхности каналов и полей, другая — уходит внутрь почвы и смешивается с грунтовыми водами... Крупнейшая побочная неприятность этого процесса испарения и фильтрации — засоление почв...

Борьба с засолением всегда была главной (и трудноразрешимой) проблемой орошаемого земледелия. На территории Ближнего Востока несколько тысяч лет назад разработали, пожалуй, самый кардинальный спо-



соб ее решения: засоленную с поверхности землю срезали и уносили прочь. Древние государства держали для выполнения этой операции целую армию рабов — зинджей. Однажды зинджи восстали и ушли от поработителей. И вскоре иссякла житница Древнего Востока...

В наше время засоленные слои не удаляют. Их промывают большими порциями воды. Для сброса излишков влаги в этом случае приходится применять дренаж, прием, хорошо известный жителям болотистых мест. В некоторых случаях вносят в почву гипс, что позволяет изменить ее химические свойства: в засоленном состоянии для нее характерна щелочная реакция, растение же «любит» слегка кислую землю. При промывке и гипсовании земля освобождается от избытка раствори-

мых солей, в результате чего она возрождается и начинает давать урожай.

Для старинной технологии орошения характерны большие затраты труда, особенно ручного. Чем больше протяженность постоянных и временных каналов, тем больше труда необходимо для того, чтобы строить, чистить и ремонтировать их. Временные оросительные борозды приходится к тому же то рыть, то засыпать...

Но что делать? Дождевальные машины не умеют ходить везде, по разным полям. Там, где растут крупные растения, колеса пройти не смогут. Не протянешь над этими полями и слишком широких дождевальных крыльев, разве что к аэростату подвесишь (есть и такой проект)...

Искусственное дождевание снижает расход воды на 30—40 процентов. И все-таки он остается большим! Кроме того, если говорить честно, дождевальная техника так и не научилась делать хороший дождь. Вместо мелкой осенней мороси она часто «выдает» тропический ливень. В результате значительная часть воды стекает с поверхности, образует лужи. Итог — развитие водной эрозии, разрушение структуры почвы. Нередко в жаркую погоду после полива трескается земля... Это следствие неумеренности дождевания, признак обесструктуривания.

Есть в греческой мифологии миф о данаидах. По его свидетельству, великий Зевс наказал дочерей царя Даная за то, что они убили своих мужей, заставив их наполнять бездонный сосуд. Скорее всего сюжет мифа навеян наблюдениями над орошаемыми землями: они — что мифическая бочка без дна...

Путей решения проблемы снижения расходов воды несколько. Известно, например, что испарение с поверхности листьев тем больше, чем выше температура и чем ниже влажность воздуха. Во влажных тропиках и субтропиках, несмотря на высокую температуру, растения «потеют» меньше. И в то же время прекрасно растут! Чтобы создать искусственные субтропики в тонком приземном слое (на некоторое время, конечно), достаточно на небольшой высоте над землей образовать туманное облако из очень мелких дождевых капель. В безветренную погоду туман держится долго: капли влаги как бы плавают в воздухе и оседают на землю очень медлен-

но. В результате прекращается интенсивное «потоотделение» — транспирация...

В полуденные знойные часы транспирация увеличивается в 5—10 раз и в расчете на гектар, скажем, пшеницы может достичь 80 и более кубометров воды в день. При потере 30 процентов влаги от ее нормального содержания в тканях зеленого листа синтез органических веществ в листьях прекращается. В то же время их расход на дыхание увеличивается в 2—3 раза. Таким образом, спасая растение от перегревания в наиболее жаркие часы и дни, транспирация в то же время отключает на определенный срок процесс фотосинтеза, что так или иначе приводит к снижению урожая.

Значит, если мы найдем способ снизить температуру воздуха и самого растения, покрыть недостаток влаги в тканях листьев, то тем самым увеличим продолжительность и активность процесса накопления питательных веществ, повлияем на судьбу урожая. Этим задачам в значительной мере отвечает мелкодисперсный увлажнительный полив или, как еще его называют, орошение туманом.

Туман на техническом языке — аэрозоль. Аэрозольные дождевальные машины — туманообразующие установки расходуют всего 200—600 литров воды на гектар. Это в несколько сот и даже тысяч раз меньше, чем при обычном дождевании. А эффект вполне сопоставим с ним! Если, конечно, в почве еще есть влага. Не надо забывать, что аэрозольное дождевание — это лишь средство резко сократить потери уже имеющейся в земле воды за счет сокращения ее испарения листьями. Если же почва суха, никакой туман не поможет: поливать ее все-таки нужно...

Кроме описанного естественного, существует и второй путь. Он, конечно, «неестественный». И, как всегда, прокладывает его химия. Речь идет о так называемых антитранспирантах — искусственных веществах, после обработки которыми растения меньше пьют и меньше «потеют». Антитранспиранты заставляют устьица на листьях растений сокращаться. Благодаря этому растение резко снижает транспирацию воды. В то же время фотосинтез, а следовательно, и рост продолжается...

Уже очень давно вместо поверхностного способа орошения было предложено орошение подпочвенное. Здесь вода подается из отверстий труб, положенных на

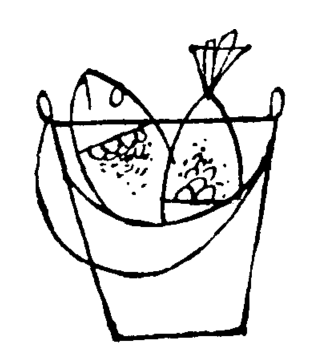
глубину 40—60 сантиметров. Потерь влаги почти нет; полностью автоматизирован процесс полива, и поэтому, несмотря на высокую стоимость строительства, оно быстро окупается. При подземном орошении грунт не переувлажняется, на поверхности не образуется корка. Поскольку оросительная система упрятана под землю, ничто не препятствует работе сельскохозяйственных машин.

В этом способе есть лишь один существенный недостаток (кроме стоимости) — забивание отверстий в трубах землей. Правда, можно чистить подземный водопровод сжатым воздухом, но все же надежность очистки остается низкой...

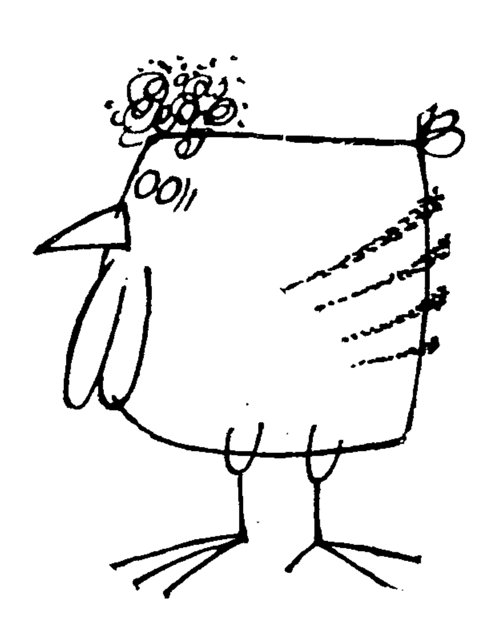
Описанная система еще больше приближает поле к... городской квартире со всеми удобствами и с соответствующей квартирной платой. Последнее обстоятельство можно было бы еще пережить, если бы оно устраняло старые недостатки поверхностного полива. Раз этого не случилось, пришлось вновь трансформировать систему, еще раз переместив трубы под землю. В результате появилась техника так называемого капельного орошения.

Устроена новая система следующим образом: от магистральных подземных водопроводов, протянувшихся вдоль рядов растений, отходят трубы небольшого диаметра с простеньким «капельником» на конце. Вода поступает по ним непосредственно к корням растений медленно, но непрерывно и буквально по каплям. Она не стекает по поверхности земли, а вся впитывается в почву. Воды требуется в несколько раз меньше, чем при обычном дождевании. Кроме того, между растениями почва всегда сухая, отчего сорняки попадают в неблагоприятные условия по сравнению с культурными растениями.

Орошение «по каплям» успешно испытали на помидорах, цветах, землянике, перце, сейчас его применяют и в полевых условиях — в садах и ягодниках, для выращивания кукурузы и других растений. Решает оно и самую важную задачу: подачу воды точно по расписанию, когда это нужно. В результате растение перестает выполнять бессмысленную работу перекачивания влаги из земли в атмосферу и полностью «сосредоточивается» на выполнении основной функции — накоплении питательных веществ, росте.



РАСТЕНИЕВОДСТВО ИЛИ РАСТЕНИЕПРОИЗВОДСТВО?





— Каждому стеблю — водопровод? Добавьте еще индивидуальное питание... порционными блюдами и, конечно, мусоропровод...

— Зато гарантированный урожай — и при этом ни эрозии, ни засоления почвы!

— Еще бы! Да это и не почва совсем, а чистое золото! По ней же страшно в поле за урожаем идти! Не лучше ли уж как в старину зинджи — и ее, и урожай в мешок, да и...

— С поля прямо в амбар?.. Не лишено смысла!

Человека, впервые попавшего на машиностроительный завод, металлургический или химический комбинат, поражает обилие техники: машин, механизмов, разнообразных транспортеров, передач, трубопроводов... Поразительно, думает он, как это проектировщику удалось представить мысленно и перенести на чертеж подобное нагромождение стали, бетона, грохочущих и сыплющих искрами гигантских установок, за которыми и людей-то



не видно!.. Недоуменно оглядевшись и присмотревшись к окружающему непонятному хаосу, человек убеждается: кое-где люди здесь есть... И ему хочется скорее бежать отсюда в поле, где стоит густая рожь, где нет грохота и гари...

В развитых странах на одного сельскохозяйственного рабочего приходится лишь немногим меньше техники,

чем в промышленности. А в США энерговооруженность одного работающего в сельском хозяйстве в два раза выше, чем индустриального рабочего. Вот вам и тишина во ржи!

Впрочем, это еще не значит, что сельское хозяйство уже перегоняет промышленность. Ведь чтобы удвоить продуктивность сельскохозяйственного гектара, следует удесятерить вложения энергии в него. А для удвоения «продуктивности» в сфере промышленности достаточно лишь немногим более чем удвоить энерговооружение. Откуда такое несоответствие?

По последним данным антропологической науки род человеческий существует на Земле по крайней мере 1,5 миллиона лет. Писаная история человека насчитывает около 10—12 тысяч лет. За истекшее время им совершено множество технических революций: человек научился летать в воздухе и абсолютной пустоте, плавать по водной поверхности и под ней, достиг неимоверных глубин земных и океанических. Скорость перемещения собственного бренного тела в пространстве повысил в тысячи раз. И вместе с тем никак не изменил (в качественном смысле) основного способа, с помощью которого добывает хлеб свой насущный. Как и одну, две, десять и пятнадцать тысяч лет назад, человек повторяет один и тот же стереотипный технологический процесс, по одну сторону которого находится он сам с его требующим наполнения желудком, а по другую стоит природа, земля... Вот этот процесс:

вспаши, взрыхли землю...

брось в нее семена...

взрасти, сохрани и защити урожай...

Лишь после этого ты сможешь пожать плоды своего труда и отмахнуть хрустящую горбушку от еще теплого высокого каравая.

Так было, так есть и так, вероятно, еще долго будет. И все операции в этом технологическом процессе осуществляются, как и тысячи лет назад, орудиями и машинами. Изменились они за этот срок, конечно, неузнаваемо: как и весь современный мир, стали автоматизированными, кибернетизированными... Однако от этого содержание процесса нисколько не изменилось: и сегодня, как и тысячи лет назад, — вспаши, посей, сохрани...

Изобретение колеса — неимоверный скачок вперед.

С колесом в мир человека пришла качественно новая вещь, позволившая в корне перестроить саму технологию передвижения по суше. Точно так же, создав крылья, человек не просто получил опору в воздухе — появился принципиально новый способ передвижения в пространстве.

Но вот мы заменили конный плуг на тракторный, выбросили лукошко и послали на поля сеялки, не захотели руками выдергивать сорняки и создали культиватор, перестали отряхать с деревьев и топтать ногами зловредных гусениц — в саду появился опрыскиватель... И все равно способ, технология воздействия на почву с целью получения урожая остались все теми же: вспаши, посей, защити...

Формы любой техники обусловлены свойствами тех материалов, тех предметов труда, для изменения свойств или формы которых эта техника предназначена. В. Ленин писал: «**ТЕХНИКА МЕХАНИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ** потому и служит целям человека, что ее характер (суть) состоит в определении ее внешними условиями (законами природы)».

И тем не менее техника технике, машина машине — рознь.

Человек не подражал в беге самому быстрому на Земле четвероногому — гепарду. Однако научился двигаться по суше в несколько раз быстрее его. Люди не слишком хорошо знали механику движения рыб в водной среде, когда построили первые быстроходные суда. Великий Леонардо да Винчи изучил механику полета птиц, мечтая о том времени, когда человек сумеет оторваться от Земли. И эта мечта свершилась, хотя двигатели наших летательных аппаратов не похожи на крылья птиц. Одним словом, в своей технологической практике человек далеко не всегда подражал природе, постоянно избирая свои собственные пути. И на них он достиг очень многого. А вместе с тем есть и такая отрасль его производственной деятельности, которую можно было бы назвать нетехнологической, отрасль, в которой человек изменил самому себе. Этой отраслью является сельское хозяйство.

Совершенно несравнимо воздействие на почву плуга и на металл — резца, хотя и в том, и в другом случаях мы имеем дело с одними и теми же принципами обработки материалов. Токарь твердо знает, что выйдет из-

под его инструмента, пахарь далеко не столь же уверен в результатах своего труда, так как он держится лишь за одну рукоятку плуга. На другую нажимает сама Природа — полноправная участница технологического процесса, который многие тысячелетия осуществляется человеком в целях собственного пропитания.

Именно с этих позиций земледельческая техника стоит особняком в бесконечном ряду машин, созданных человеческим гением. По существу, мы не можем рассматривать изолированно один только плуг так, как это допустимо делать по отношению к токарному станку. Мы должны рассматривать его в комплексе с той средой, которую он изменяет и с которой он составляет единую систему.

Система эта состоит из нас, нашей технологии сельскохозяйственного производства с его машинами, возделываемых растений и солнца. Продуктивность системы определяется продуктивностью фотосинтеза, коэффициент полезного действия которого чрезвычайно мал. Отсюда и малость отдачи процесса дополнительных энерговливаний в сельскохозяйственное производство.

Но это не все.

Характер функционирования системы растение — солнце определяет и характер сельскохозяйственной техники. Так, поскольку система работает не круглый год, а сезонно, постольку точно так же работает и техника. Токарный станок может работать круглосуточно, домну нельзя останавливать и на минутный отдых; плуг, сеялка, культиватор или комбайн работают от нескольких дней до нескольких недель в году. А это значит, что «лошадиные силы» только числятся за механизатором. Более 90 процентов времени своей службы они стоят без движения.

И наконец, «размазанность» сельскохозяйственной техники, ее «невидность» среди бескрайних полей, от которой эта самая тишина во ржи... Техника сельского хозяйства не может концентрироваться в пространстве и времени, как это умеет делать индустриальная техника. И это тоже снижает ее отдачу.

До появления сложных сельскохозяйственных машин уборка урожая распадалась на две четко разграниченные фазы: полевые работы и работы на току (по

В. Далю, «ток» — от «торкать», «тукать», «стучать» — место, расчищенное и «убитое», утоптанное, где молотят хлеб, «тукая» по нему цепами). В поле хлеб косили или срезали серпами, вязали в снопы и перевозили на ток, где и обмолачивали.

С появлением молотилок место обмолота иногда начали переносить с тока в поле: молотилка перемещалась от одного участка к другому, к ней подвозили снопы... Но вот 24 октября 1869 года «Санкт-Петербургские ведомости» сообщили, что «департамент земледелия и сельской промышленности выдал Власенко Андрею десятилетнюю привилегию на изобретенную им машину, которая сразу выполняет работу жнейки и молотилки...».

Зерноуборочный комбайн позволил совместить ток и поле. За сто лет своего развития он превратился в настоящий «степной лайнер» — достаточно мощный, сложный и... несовершенный.

Самые лучшие короткостебельные урожайные сорта пшениц имеют длину стебля, вдвое превышающую размеры колоса. Обычно же разница в длинах измеряется отношением 1 : 5, а то и 1 : 10. Сколько же в таком случае соломы и сколько зерна попадает в комбайн? Если считать по массе, то соломы в полтора-два раза больше (зерно тяжелее). А это приводит к тому, что минимум 50 процентов энергии комбайна затрачивается на совершенно бесполезный «обмолот» пустой соломы.

Между тем урожаи растут. Сегодня требования к производительности комбайнов в два-три раза превышают требования вчерашнего дня. Кроме того, больший урожай требует резкого сокращения потерь.

Чего только не придумали конструкторы, создавая комбайн, который бы умел убирать с поля одни колосья и оставлять стебли стоять на корню! Тут и пневмо-, и вибро-, и электроустройства, сложнейшие механизмы, мудреная автоматика. Пока все напрасно: новые машины если и работали, то давали слишком много потерь (оставались «подслеповатыми» и «видели» не все колосья). Не могли они и развить высоких скоростей. Последний порок, очевидно, органический: за большую избирательность машине приходится платить меньшей производительностью. А это значит, что жатка, скашивающая в поле все подряд, всегда будет двигаться быстрее разборчивого уборщика колосков.

А что, если отказаться от услуг комбайна? Представьте себе: хлеб в поле убирается простыми скоростными жатками. Они быстро срезают стебли, измельчают их и полученную однородную массу (она более транспортабельна, чем снопы или целые стебли) бросают в кузов автомашины или прицепа. Собранный урожай свозится на ток, где работает настоящий завод — автоматизированный, электрифицированный и даже кибернетизированный. «На приколе» — не на ходу: большинство проблем автоматизации и необходимого усложнения конструкции решается проще, главное же — соблюдается принцип максимально возможной концентрации техники.

Доведенный «до идеала», этот принцип приводит к перефразировке известного древнего правила относительно горы и одного гражданина, претендовавшего на звание пророка: «Если Магомет не идет к горе, то гора идет к Магомету!» Если машина не идет в поле, то поле идет к машине! И это не парадокс...

С любым биологическим видом, не успевающим за слишком быстрым изменением среды, происходит то, что на языке биологии вежливо называется элиминацией. На обычном языке — это уничтожение, исчезновение. Не успел отрастить более длинные когти — элиминируйся.

Технические «части тела» человека в этом отношении более совершенны. Сроки «выращивания» новой машины куда короче, чем сроки выращивания новых когтей. К сожалению, иногда они слишком уж коротки, и поэтому биологический вид Homo sapiens, случается, обгоняет изменяющуюся среду своей жизни. И, обгоняя, деформирует.

Техника не только преобразует среду, но и зависит от нее, приспосабливается к ней. В этом отношении она ведет себя ничуть не лучше любого биологического вида, пытающегося приспособиться к изменениям среды, виновником которых является человек. Вот, к примеру, на Чукотке вследствие хозяйствования людей площадь, занятая лишайником — основным кормом северных оленей, — сократилась за последние сто лет в десятки раз и составляет сейчас 1—3 процента. Изменилась растительность, изменились и олени: появилась новая порода — харгин, которая может обходиться без лишайников и питаться травами. Для этого олени «сочли необходимым» укоротить конечности, увеличить размеры тулови-

ща, обрести способность к быстрейшему увеличению веса...

А теперь вспомним, как развивалась техника обработки почвы...

Во время оно, когда наши предки поселились на сплошь заросших лесами европейских землях, основными техническими средствами их воздействия на среду были топор, кресало с трутом и мотыга. Позднее, когда предки немного утомились от непрерывного махания топором, а размеры лесов поуменьшились, они изобрели рало (славяне — соху).

Этих технических средств хватило на несколько тысячелетий, поскольку устройству периодических, все уничтожающих лесных пожаров ничто особенно не мешало. Огонь удобрял землю золой, «элиминировал» сорняки, а заодно, несколько размягчая почву, облегчал внедрение в нее сошников рал и сох.

Минули тысячелетия. Европа «вошла в возраст» и полысела. Не стало леса, не стало условий и для разведения приличных пожаров. От степных пожог больше вреда, чем золы.

Но если нет огня, значит, нечем бороться с сорняками. Пришлось придумать плуг с отвалом, который мог бы, во-первых, хоронить сорняки, переворачивая пласт земли «вверх дном», а во-вторых, запахивать навоз и вообще хоть немного мобилизовать и пополнить утраченное былое плодородие.

Соха жила несколько тысячелетий, срок жизни плуга, кажется, будет на порядок меньше: уже в XVIII столетии изменившаяся среда познакомила человека с неприятным и незаконным его же детищем, которое окрестили эрозией... Главным ее виновником был признан отвальный плуг. К середине нашего века пришло время «укоротить» его, трансформировать в...

Скажите, разве «поведение» орудий для обработки почвы не напоминает поведение чукотского оленя? И если да, то почему же люди столь непоследовательны в своем постоянном стремлении преобразовывать природу? Почему нужно обязательно приспосабливать плуг к земле, а не наоборот — землю к плугу?

Впрочем, можно ли действительно решить эту задачу (и таким образом перевезти поле к плугу)? Ведь нужно прежде всего решить другую задачу — энергетическую. Значит, снова трактор...

Наиболее старый и, пожалуй, до сего времени наиболее радикальный способ научить горы ходить к человеку — это террасное земледелие. В некоторых районах Центральной и Юго-Восточной Азии все мало-мальски пригодные горы уже очень давно прошли школу выучки у человека. Теперь они больше напоминают известные всему миру ступенчатые пирамиды Египта и Мексики, нежели естественные образования.

Конечно, древние террасы рассчитывались на столь же древнюю и, с нашей точки зрения, примитивную технику обслуживания. И тем не менее они ориентировались на самую интенсивную (до сего времени!) форму земледелия — огородничество на грядках. Их ширина не более одного метра, друг от друга они отделены тропками. Тропки позволяют «не удобрять» поле следами своих ног, а лишь осторожно касаться его легкими орудиями, а то и просто руками, превращая землю в пух, перебирая ее, убирая все лишнее.

Огородничество всегда и везде давало наибольший выход продукции с единицы площади. Правда, при наибольших затратах труда. Ну а если попытаться модернизировать старый принцип? Что, если увеличить ширину грядки с одного до 30, 60 или 120 метров и попробовать дотянуться «автотяпкой» до ее середины, чтобы не топтаться по ней? Как это сделать? Очень просто, превратить трактор в подобие мостового крана. Основной его частью станет длинная ферма, повисшая над полем и опирающаяся по его краям на колеса или гусеницы. Тропки между грядками сделать постоянными дорогами с твердым покрытием, а может быть, даже рельсовым путем. Длина «грядки» может быть любой: на индивидуальном огороде — несколько метров, в «мостовом земледелии» — несколько километров.

Осуществим ли мы тем самым «идею переноса горы»? Да, в какой-то степени. Ведь теперь мобильное энергетическое средство (бывший трактор) «привязано» к своей грядке и стало куда более стационарным, чем его предшественник. Раз так, появилась возможность более полной автоматизации; рабочие органы навешенных на ферму машин стали такими же или даже более чуткими, внимательными к земле и растению, как и человеческие руки. Главное же, что произошло: удалось оторвать сельхозмашину от земли, она не опирается теперь на нее, не уплотняет ее (вспомните о постоянных колеях,

по которым американские фермеры предпочитают водить свои трактора), значит — обеспечивает больший урожай.

Есть и еще одно важнейшее преимущество новой системы, предложенной почти 50 лет тому назад советским инженером М. Провоторовым. Речь идет о ликвидации «органического эгоизма», присущего культуре растениеводства, о котором говорилось выше и который приносит так много бед.

На «грядке», обрабатываемой мостовым кран-трактором, можно выращивать растения не сплошным массивом, а пятнами, по квадратам: квадрат № 1 — пшеница, № 10 — свекла, № 113 — гладиолусы и т. д. Вместо уязвимой по отношению к внешним воздействиям монокультуры получается устойчивая многообразная экологическая система. Обслужить квадрат № 335 так же легко, как и № 1, потому, что кран-трактор по полям-грядкам не топчется. Кроме того, его можно снабдить и вычислительной машиной (это ведь не обычный трактор, а целая система механизации сразу!), которая бы помнила, где что растет, какие операции и когда следует выполнить.

Искусственные растительные сообщества, высокоурожайные, богатые по видовому составу — великолепный и к тому же вполне естественный барьер на пути сельскохозяйственных вредителей и сорняков. Создав его с помощью самой современной (и отчасти пока еще фантастической) техники, мы в то же время как бы вновь возвращаемся к дикой природе, богатой разнообразием и потому малочувствительной к нашествиям гусениц и мышей.

А точность? Помните, каковы требования к точности работы машинно-тракторного агрегата и как ему трудно их выполнить? Причина тоже известна: мобильность трактора, неровность земли, сложность рельефа. У обычного трактора нет тех идеально ровных направляющих, которые есть у суппорта токарного станка и которые обеспечивают ему микронную аккуратность. А у моста-трактора они есть: зоны работы жестко разделены на функционально-биологическую и инженерную. В первой растут растения, здесь организуется управляемый биохимический процесс. Вторая — для колес и коммуникаций, труб и электрокабелей, водопроводов и пневмопроводов, для автотранспорта, наконец.

У мостового земледелия много преимуществ, о кото-

рых можно было бы написать еще целую книгу, но есть, конечно, и недостатки. Главный — стоимость, необходимость огромных капиталовложений, высокая металлоемкость. Зато гарантированный и даже запрограммированный урожай...

— Гарантированный и даже запрограммированный урожай! Не слишком ли смело? Вы, наверное, видели такую клоунаду: клоун делает несколько шагов за мячом, но у него падают штаны; он подтягивает их до нужного уровня, но теряет шляпу; наклоняется за ней — с носа падают очки. Не так ли и мы...

— Вы забываете, что клоунада запрограммирована клоуном.

— Вот именно. А можно ли запрограммировать неожиданности, подстерегающие сельское хозяйство?

— Можно.

«Истинный кормилец крестьянина — не земля, а растение, — пишет К. Тимирязев, — и все искусство земледелия состоит в том, чтобы освободить растение, и следовательно, и земледельца от «власти земли».

Как известно, пословицы и поговорки — плоды фольклора. Правом на фольклорное творчество пользуются все. Пользуются им и ученые. Одной из рожденных (и очень любимых) ими поговорок является следующая: «Нет ничего практичнее чистой теории». Приняв ее за правило, попробуем рассчитать, каким же теоретическим урожаем может одарить человека растение, если полностью освободить его от «власти земли».

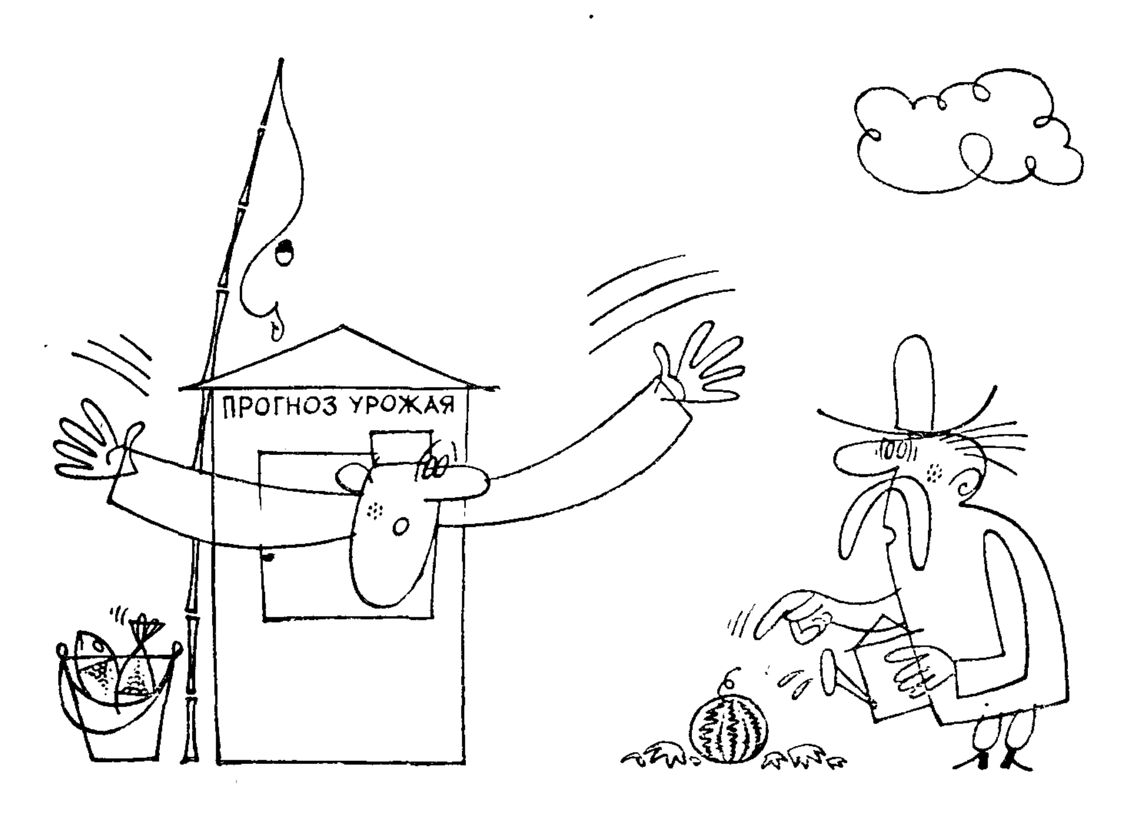
Освободить — значит обеспечить всем необходимым. Представим себе, что нам удалось полностью решить эту задачу. От чего же тогда будет зависеть урожай? Очевидно, от единственного фактора, изменить который мы не в силах, — от солнечного излучения.

Из всего широкого спектра солнечных лучей, достигающих поверхности Земли, растения умеют использовать только некоторую часть, которую называют фотосинтетически активной радиацией (ФАР). Она изменяется прежде всего в зависимости от географической широты местности, а также от высоты над уровнем моря, частоты появления на небе облаков и т. п.

Зависит продуктивность растений и от степени усвоения ФАР растениями, то есть КПД фотосинтеза. Принято считать, что если он равен 0,5—1, то мы имеем дело с низкой продуктивностью, если 1—2 — со сред-

ней. Хорошая продуктивность — это КПД ФАР, равный 2—3, высокая — 3—4 и очень высокая — 4—5. Выше 5 процентов КПД ФАР в естественных условиях не поднимается.

Зависит КПД ФАР и от географического положения района, и от сорта растения, и от все той же почвы, и еще от многих условий, о которых разговор ниже. Пока же примем для расчетов границу между средней и хорошей продуктивностью, то есть 2 процента; применительно к условиям большей части территории нашей страны такой КПД просто великолепен.



Пусть на один гектар ежегодно (за время вегетации) приходит $2,57 \cdot 10^9$ килокалорий фотосинтетически активной радиации. Если растение способно аккумулировать 2 процента ее, то это значит, что оно сможет потребить из указанного количества всего лишь $^1/_{50}$ часть, то есть $51,4 \cdot 10^6$ килокалорий на гектаре.

Известно, что в 1 килограмме абсолютно сухой органики содержится определенное число килокалорий. У яровой пшеницы один такой килограмм «стоит» что-то около 4 тысяч килокалорий. Делим $51,4 \cdot 10^6$ на 4 тысячи и получаем 128,5 центнера абсолютно сухой биомассы с гектара. При отношении зерна к соломе 1 : 1,5 и влаж-

ности зерна 14 процентов приведенная цифра означает 60 центнеров зерна с гектара.

Академик А. Ничипорович подсчитал, пользуясь аналогичным методом, что при всех вышеперечисленных условиях теоретический урожай озимой пшеницы для Подмосковья равен 44 центнерам (учтите, что это «средний максимальный», фактический же может уклоняться от него). Для северных границ нечерноземной зоны урожай, естественно, ниже (для Коми АССР, например, 12 центнеров), а для юга — выше (Украина — до 70, Средняя Азия — до 110 центнеров с гектара).

Как видите, цифры не столь уж велики. Кстати, они подтверждены и практикой: урожаи в 60—70 центнеров с гектара на юге Украины вовсе не редкость для передовых хозяйств, а на Кубани отдельные поля дают до 100, хотя в среднем в тех же районах они не выше 30—40 центнеров.

Пожалуй, первым, кто задумался над проблемой, как приблизить средний фактический урожай к максимальному теоретическому, был житель Древней Эллады Феофраст. В одном из своих ботанических сочинений он писал: «Удобрение посевов должно соответствовать почве. В некоторых местах, например, в Сирии, нехорошо пахать глубоко, в других, например, на Сицилии, слишком тщательная обработка приносит вред. Итак, все зависит от места».

К той же теме, но уже на другом научном уровне, вернулся известный французский агробиолог Ж. Буссенго. В 1837 году в результате проведенных им полевых экспериментов он пришел к выводу, что «надо установить нечто вроде баланса между урожаем и удобрением». К нашему времени простая эта мысль была развита в целую теорию программирования урожаев, основные принципы которой сформулировал академик И. Шатилов. По его мнению, урожай — интегральная величина, определяемая целым комплексом факторов внешней среды, агротехникой и природой выращиваемого сорта...

Программирование промышленного производства сейчас — явление вполне обыденное. Могут возникнуть сомнения и у людей, желающих рассчитать число тонн стали, которое предстоит выплавить в будущем году сталелитейной промышленности, но они несопоставимы с мучениями людей, прогнозирующих урожай предстоящего года.

В первом случае задача решается в строго детерминированной форме, так как все ее условия — функции от деятельности человека. В промышленности стандарт производимых изделий обусловливается гарантированным качеством, стандартом сырья, а также искусственными стандартными условиями производства.

Сельское хозяйство все еще стоит на уровне кустарного производства, так как не может гарантировать ни стандартных производственных условий, ни стандартного исходного сырья — почвы. Индустриализация сельского хозяйства останется чисто формальной, пока не будет преодолена фактическая нетехнологичность, кустарность основы земледелия.

Это не означает, что сейчас люди еще не в состоянии считать и прогнозировать урожаи будущего. Однако отличие программирования развития сельского хозяйства от промышленного развития заключаются в необходимости учета природных факторов. А поскольку последние случайны, постольку и прогнозирование урожайности носит вероятностный характер и пользуется статистическими сведениями. Например, теми, которые производят метеостанции.

К сожалению, пока что метеорологи научились делать в лучшем случае десятидневные прогнозы погоды с качеством, достаточно отличным от качества «работы» деда Ивана, крутящего по утрам собственную коленку. С месячными, квартальными и тем более годовыми прогнозами дело обстоит значительно хуже. Пока что нам не удается разобраться с хитрым механизмом возникновения циклонов и антициклонов, описать его с приличествующей нашей эпохе математической строгостью и использовать для решения хотя бы проблемы зонтика. Раз так, внешние условия как один из основных компонентов формулы прогноза урожая — «интеграла И. Шатилова» приходится учитывать в известной вероятностной форме: «от и до»...

Второе слагаемое в упомянутом интеграле — уровень агротехники. Он определяется экономическими возможностями государства делать большие или меньшие вложения в сельское хозяйство, промышленным потенциалом страны (и возможностями его роста), от которого зависит количество и качество техники, материалов и других средств, направляемых в сельское хозяйство. Зависит он (ой, как зависит!) и от общей культу-

ры людей, занятых сельскохозяйственным производством, их технической грамотности и подготовленности, организованности и дисциплинированности...

Перечень этот можно было бы продолжить с раскрытием значимости каждой из перечисленных связей. Но и без того уже ясно: и здесь, как и в метеорологии, не удается вывести строгую математическую зависимость—уравнение, в котором слева стоит урожай, а справа — упомянутые грамотность, организованность и т. п. и т. д. Значит, снова статистика — наука о старом, анализирующая прошлые ситуации, которые вовсе не обязательно повторятся в настоящем и будущем.

Последнее слагаемое «интегрального урожая» — сорт возделываемого растения, то есть это потенциальные, генетически обусловленные возможности. Пожалуй, здесь мы наиболее всесильны и полновластны... не забудьте только то, с чего начиналась эта книга: «зеленую революцию» не свершить с помощью одного лишь высокоурожайного сорта. Да и сама возможность возделывания последнего зависит от первых двух факторов — климатического и агротехнического. Со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Поэтому для обычных «средних» условий сельскохозяйственного производства «интеграл Шатилова» дает не однозначный и приблизительный ответ. Например, в следующем году надо ожидать урожая озимой пшеницы в ... области в пределах от ... и до ... . Но это в средних условиях А в «несредних»...

Вот, например, результаты работы по программированию урожаев, проведенной Татарским НИИ сельского хозяйства в 1971—1972 годах (в центнерах с гектара):

горох на зеленую массу: прогноз — 400, фактически — 413;

горох на зерно: прогноз — 40, фактически — 42; озимая рожь: 40 и 41,5; озимая пшеница: 80 и 79,2 и т. д.

Аналогичные результаты получены и в опытных хозяйствах Волгоградского сельскохозяйственного института в 1971—1976 годах...

К. Тимирязев писал: «Узнать потребность растения — вот область теории; прибыльно для себя удовлетворить эти потребности — вот главная забота практики».

В программировании урожаев теория и практика слиты воедино.

В наше время вопрос, что именно нужно растению, в каком количестве и когда, изучен достаточно подробно. Волгоградские ученые Г. Устенко и С. Ягнова составили, например, графики суточного прироста растительного вещества кукурузы и соответствующие им графики потребления растением минеральных веществ. На их основе была составлена программа подкормки кукурузы удобрением и программа поливов.

Итак, начало программирования урожаев — в растительной и почвенной диагностике.

Поскольку ни растение, ни почва говорить не умеют, приходится задавать им вопросы на биохимическом языке, делая многочисленные анализы при помощи многочисленной аппаратуры, измеряющей количество света, температуру, влажность и десятки других параметров. Представьте себе поле, засеянное растениями пополам с приборами. Оживленный диалог между первыми и вторыми транслируется в вычислительный центр, где электронные машины анализируют его и принимают решения:

подать в квадрат № 335 питательную смесь № 5807-бис в количестве 25 килограммов действующего вещества; отпустить квадрату № 406 пятьсот литров воды... В квадрате № 748 появилась зерновая моль. Опрыскать квадрат...

На квадрат № 515 выпали осадки, содержащие выбросы металлургического комбината. В почве повысилось содержание свинца. Принять меры к его удалению и... наказанию директора комбината.

Конечно, пока что нарисованная картина еще фантастична (хотя и не в целом, а только в деталях). Но условия для ее осуществления либо уже есть, либо скоро будут. И прежде всего техника...

Из всего, что может предложить сегодня инженерная мысль, оптимальным энергосредством для программируемого полеводства является вышеописанный «полеход» или «мостотрактор» М. Провоторова. Вспомогательную роль могли бы играть аппараты на воздушной подушке и вертолеты. Значительно хуже обстоит дело с остальными сельскохозяйственными машинами: комбайны в условиях получения гарантированных высоких урожаев малопроизводительны, плуги и другие почвообрабатывающие орудия не обладают внутренней целенаправленностью, они не в состоянии идеально точно

выдержать глубину обработки и дать идеально точную степень рыхления; культиватор «слеп», он не отличает «своих» от «чужих» и выпалывает всех подряд; сеялка не может точно распределить семена по поверхности. Одним словом, техника запрограммированных урожаев — дело будущего, хотя и не столь отдаленного.

— Здесь есть одно противоречие... Недавно мы с вами говорили о необходимости не машину приспосабливать к среде, а наоборот... Так почему бы, прежде чем заниматься конструированием новых машин...

— Не заняться конструированием новых растений?.. Замечание вполне резонное.

Общеизвестно, что человек стал человеком главным образом потому, что ему удалось изобрести общество. Всю свою дальнейшую жизнь на земле он посвятил тому, чтобы «очеловечить» все окружающее. В том числе и растения. Взяв в виде исходного материала некоторые из растений, живших до этого в компании с другими видами, он создал крупные искусственные растительные сообщества, где стебель пшеницы растет рядом только с себе подобными. Поэтому, если уж речь зашла о конструировании, следует говорить о конструировании посевов, а не отдельных растений. Занимаются таким конструированием не только генетики, выводя-



щие новый сорт, но и инженеры-механики, создающие новые машины для формирования посевов.

С хозяйственной точки зрения, конечно, более важным показателем, чем КПД фотосинтеза отдельного листа и отдельного растения, является КПД посева. А он-то как раз меньше первого. И вот почему.

Фотосинтез — это своеобразный процесс зарядки аккумуляторов, зеленых растений, солнечной энергией. Но растения — существа живые, следовательно, имеющие право на дыхание. Дыхание же — всегда окисление, то есть обратный аккумулированию процесс разрядки. Доля продуктов фотосинтеза, затрачиваемая на дыхание, довольно высока: 15—25 процентов. Именно разница «фотосинтез — дыхание» и определяет в конечном итоге количество урожая.

Фотосинтез идет только на свету, а вот дышать растения по вполне понятным соображениям должны и днем и ночью. Причем дышать приходится не в одиночку, а в коллективе. Впрочем, так же как и заниматься своими прямыми обязанностями — фотосинтетической деятельностью.

И фотосинтез и просто дыхание протекают, оказывается, совсем по-разному, в зависимости от степени «общественности» или, наоборот, «индивидуализированности» данной особи. В посевах сельскохозяйственных культур ход обоих процессов зависит от множества факторов: от строения самого растения и «архитектуры» (есть такой термин и у агрономов!) посевов, от их густоты и высоты, от характера размещения растений по площади, от формы и распределения их листьев по высоте.

Одно растение пшеницы, единолично занимающее «квартиру» площадью в 1 квадратный метр, способно дать очень высокий урожай, но десять растений на той же площади при несколько меньшей индивидуальной урожайности дадут биомассы больше. Сто растений дадут еще больше, но когда густота посева превысит некоторый предел, кривая выхода биомассы с единицы поверхности земли пойдет вниз.

Растениеводство сегодняшнего дня ориентировано на мизерный урожай единичного растения при высоком урожае суммарном. Правильно ли это?

В слишком мощном и густом посеве листья нижних ярусов страдают и от недостатка радиации, и от ее

качества (наиболее ценные лучи солнечного спектра застревают в верхних ярусах). Поэтому листья нижних ярусов работают с неполной нагрузкой. При слишком большом переуплотнении растения начинают конкурировать друг с другом, борясь за пищу и воду. Работа эстонского ученого, профессора Ю. Росса показала, что распределение концентрации углекислого газа в посеве тоже неравномерно. Максимум приходится на среднюю часть растения, минимум — на его вершину и приземную зону. К тому же чем гуще посев, тем с большим трудом проникает сюда этот основной строительный материал.

Итак, посев имеет свою архитектуру и свой микроклимат. Внутри его изменяется уровень света и температуры, влажности и скорости ветра. И все это влияет на фотосинтез и дыхание растений.

Влияют на них и соседи. От перенаселенности страдает все живое. Страдают и растения. В излишне густых посевах у стеблей слабо развиваются механические ткани — опорный скелет, они становятся хрупкими и ломкими. В погоне за светом растение изо всех сил тянется в высоту; в результате — снова снижение прочности, уменьшение и общего количества листьев, и числа их ярусов (а это означает снижение суммарной фотосинтетической деятельности).

Человечество с древнейших времен знакомо с эпидемиями чумы и холеры. И издавна известно, что наиболее уязвимы в этом отношении крупные поселения, города, районы, перенасыщенные жителями. Чума и холера всегда были бичом китайских, индийских городов, густонаселенных районов Европы и никогда не посещали хижин эскимосов или папуасов. Точно так же и растения: чем гуще посев, тем выше опасность эпидемических заболеваний.

Одним словом, в принципе можно сделать растение с очень высоким КПД фотосинтеза, но оно не способно жить в коллективе. На сегодняшний день «идеальным» растением, приспособленным к жизни в условиях перенаселения, считается растение с коротким стеблем, листья которого способны очень долго работать в полную силу. Для этого в начале жизни они должны быть очень светолюбивыми: ведь в юном возрасте они занимают самый верхний ярус посева, где больше всего солнца. Старея, листья постепенно опускаются вниз, где света

меньше. Значит, во второй половине жизни они должны стать тенелюб[illegible]ими.

Но выращивание невысоких, не затеняющих друг друга растений никак не может быть универсальным средством изобретения «идеального растения». Кому, к примеру, нужны карликовые сорта сахарного тростника или кормовых культур, где ценится не зерно, а зеленая масса? Кроме того, следует учесть, что «идеальные» пшеницы-карлики предъявляют идеальные же требования к агротехнике. Они требуют от человека куда большей внимательности и заботливости, чем их менее продуктивные родственники. Им нужны и другая (больше и лучшего качества) пища, и обилие воды (они в полном смысле слова водохлебы), и, наконец, большая точность размещения на поле.

Профессор А. Семенов подсчитал, что сейчас при самых благоприятных условиях только благодаря неравномерности размещения растений по полю мы теряем $^1/_5$ урожая. Нужна «идеальная сеялка». Возможно, что в связи с этим лучше всего сеять не в поле, а на... заводе...

Представьте себе станок, быстро поглощающий рулоны бумаги и центнеры семян. Семена наклеиваются на бумажную ленту через идеально равные промежутки, вновь скручиваются в рулоны и отправляются в поле. Здесь рулоны устанавливаются на легкой и простой сеялке: ее задача — раскрутить рулон и присыпать его землей. Через некоторое время бумага (в нее добавлены минеральные удобрения) размокнет, растворится, а семена прорастут.

Аналогично решается и задача механизации посадки рассады или саженцев деревьев и кустарников: их приклеивают между двумя полосками ленты и тоже сматывают в рулон...

«Посев» на заводе — еще одно из проявлений тенденции роста стационарности сельскохозяйственной техники, о которой уже говорилось.

Впрочем, дело не только в самой сеялке. Пусть она будет предельно точной, этого все равно недостаточно. Нужно еще знать, сколько семян ей следует разместить на одном гектаре. А это количество — норма высева — зависит от всхожести семян (которая никогда не равна ста процентам!), от их размера (и размера взрослого растения), требовательности к воде, пище и свету, географических условий (вновь климат!), степени засорен-

ности полей (вновь агротехника!) и еще десятка других факторов.

Вывод: можно (в принципе) сделать «идеальную сеялку» точно так же, как и любую другую сельскохозяйственную машину, разработать технологический процесс выращивания растений предельно автоматизированным и внешне похожим на индустриальный. И тем не менее мы не достигнем полной индустриализации сельскохозяйственного производства до тех пор, пока не поставим под полный контроль все влияющие на него факторы.

Но не лучше ли все же иметь один большой пшеничный куст, чем тысячу немощных стебельков?.. В промышленном животноводстве, например, так и поступают: уменьшая число коров, увеличивают их удойность. В результате — рост валового производства молока.

Итальянский ученый, профессор Дж. Ацци (один из тех, кто стоял у колыбели новой науки — сельскохозяйственной экологии) писал когда-то: «Если бы среда не оказывала никакого влияния на растения, то одно растение, развившееся из единственного маленького семени, заполнило бы своей массой всю вселенную».

«Если бы не среда...» Главной задачей сельскохозяйственной техники и технологии как раз и является задача ограждения растений от давления на них среды. Все машины, приборы и механизмы, используемые в сельском хозяйстве, нужны не только для того, чтобы облегчить нашу собственную жизнь, но и, главным образом, жизнь растения.

На 90 процентов тело растения соткано из солнечных лучей. К. Тимирязев писал: «Каждый луч солнца, не уловленный зеленой поверхностью поля, луга и леса, — богатство, потерянное навсегда, за растрату которого более просвещенный потомок когда-нибудь осудит своего невежественного предка».

Мы не умеем пока включать и выключать Солнце. Да, по-видимому, никогда и не научимся. А жаль: практика показывает, что даже обычные дикие растения арктической тундры за длинный полярный день способны перешагнуть рубеж 50-процентного КПД фотосинтеза. Это же свойство присуще и некоторым тропическим растениям, особенно в молодом возрасте. Недаром в странах Юго-Восточной Азии осужденного на смерть распинали над ростком бамбука: для того чтобы про-

расти сквозь тело несчастного, тому достаточно нескольких часов.

В искусственных сооружениях — фитотронах и теплицах, освещаемых электрическим светом, — растения повышают свой энергетический КПД на 25, а в отдельных случаях — до 50 процентов. Это означает, что сейчас, не умея регулировать световой поток, падающий на поле, мы вынуждены ограничиваться приблизительно $^1/_{50}$ возможного урожая!

Следующий фактор, влияющий на жизнь растения, — это тепло. Его наши технические средства тоже не могут регулировать. По крайней мере, в массовых масштабах: на ограниченных площадях можно проложить под землей паропроводы, куда подавать отработанный на энергостанции пар. К аналогичному приему прибегают в Исландии и на Камчатке, где используются геотермальные источники и гейзеры.

В полевых условиях свет и тепло часто антагонисты. В жаркий солнечный полдень растения обычно испытывают депрессию (в этом они похожи на все живое, в том числе и на нас): интенсивность фотосинтеза резко снижается. Сейчас мы умеем лишь отчасти влиять на перегрев. Антидепрессантом может быть искусственный туман, состоящий из мелких капель воды, или специальный химикат-аэрозоль (об этом мы рассказывали выше).

О воде и орошении уже говорилось...

Следующая группа факторов, влияющих на жизнь растений, относится к химическим. Это, например, газовый состав атмосферы... Регулировать его мы совсем не умеем, а вот изменять — сколько угодно!

Продуктивность растений зависит прежде всего от содержания в атмосфере углекислого газа — CO_2, из которого они черпают основной строительный материал жизни — углерод. Приблизительно 300 миллионов лет назад сочетание углекислого газа и кислорода в атмосфере оказалось наиболее оптимальным для растений. Это позволило им развить настолько бурную «хищническую» деятельность по преобразованию окружающей среды, что наступил экологический кризис: растения стали «задыхаться» в перенасыщенной кислородом атмосфере. В результате вымерли высокопродуктивные мощные растения (главным образом папоротники, которые, как полагают геологи, и обогатили

нас запасами горючего) и появились более приспособленные (и менее продуктивные) современные. Как видим, человек не первый творец (и не первая жертва) экологического кризиса.

Эксперименты показывают, что повышение уровня кислорода от 0 до 21 процента (атмосфера сегодняшней Земли) приводит к снижению уровня фотосинтеза на 30—50 процентов. Установлено, таким образом, что растениям не хватает углекислого газа. Особенно значительная нехватка его обнаруживается в середине густых посевов.

Продувать их газом из хорошо известных всем городским жителям баллонов, конечно, можно. Но сколько нужно для этого газа, машин и баллонов! Правда, за последние 70 лет в связи с тем, что мировое потребление топлива увеличилось в 7 раз, очень возросло и продолжает возрастать содержание углекислого газа в воздухе. Реагируют ли растения на «улучшение обстановки»?

Некоторые специалисты считают, что реагируют, но слабо (в масштабах планеты обнаружить увеличение фотосинтезирующей деятельности растений трудно). Большинство, однако, полагает, что растения относятся к этому безразлично (а может быть, даже и снижают работоспособность). Причиной является то немаловажное обстоятельство, что заводские трубы изрыгают в атмосферу вместе с CO_2 еще кое-что...

Итак, наша техника не влияет (по крайней мере «сознательно») на химический состав атмосферы, в которой функционирует опекаемая нами агросфера. На химический состав почвы наше влияние достаточно полное, а наши машины уже почти совершенно «сознательны». Хотя дело и не обходится без неприятных последствий.

Остаются еще механические и так называемые биотические факторы. К первым относятся такие силы природы, как ветер, град, пожар и тому подобные неприятности, ко вторым — фактор взаимодействия организмов.

Наше влияние на стихийные силы природы пока еще ничтожно. В жаркое время года суховею достаточно двух-трех дней, чтобы уничтожить посевы, независимо от того, орошаются они или нет. Что касается градобойной артиллерии, то о ней мы уже говорили.

Техники защиты полей от вредных ливней пока еще нет, зато существуют пожарные команды и специальная служба пожаробезопасности.

Взаимодействие организмов... что ж, здесь мы тоже кое-что можем. Армии наших механизированных Медей что ни день распыляют над полями яды и отравы — для всех тех организмов, которые мы считаем своими кровными врагами.

Но пришла пора подвести итоги: что же может и что умеет наша сельскохозяйственная техника. Многое она не может и, вероятно, не сможет никогда; многое может, но немногое умеет. У нее есть еще немало шансов поумнеть и таким образом обеспечить очень высокий уровень продуктивности культурных растений.

Методы выращивания запрограммированных урожаев как раз и помогают достичь этого уровня. Они позволяют «выжать» из растения все возможное в данной конкретной ситуации, мобилизовать все технические средства на оптимальное регулирование среды, которая его окружает, позволяют, наконец, выбрать из бесчисленного множества вариантов планов выращивания различных растений на данной ограниченной площади оптимальный. Эти методы уже сегодня широко внедряются в практику передовых хозяйств. Завтра они станут доступны всем.

В начале нашего века урожай озимой пшеницы в 15—20 центнеров с гектара считался очень высоким, и удвоение его казалось фантастикой. Сейчас нередки урожаи в 60 центнеров, то есть в 3—4 раза больше. Если перевести их на старую крестьянскую меру «сам», то получим урожай «сам шестьдесят». Это означает, что одно зерно, посеянное в поле, дало 60 зерен. Мера «сам» — это коэффициент размножения.

Академик Б. Мошков, проводя опыты с размножением кахетинской ветвистой пшеницы в полностью контролируемых условиях, обнаружил растения, образовавшие из одного зерна колосья, в которых поместилось 4700 зерен общим весом 200 граммов. Это означает, что теоретически возможны урожаи, доходящие до 10 тысяч центнеров с гектара (2 урожая в год в полностью контролируемых оптимальных условиях).

Последующие опыты, проведенные Б. Мошковым, позволили снять с одного квадратного метра теплицы, освещаемой электрическим светом, 15 килограммов

зерна, что равнозначно урожаю 1500 центнеров с гектара. Сейчас уже ясно, что в условиях искусственной «светокультуры» при регулировании всех параметров жизни растения (включая и состав воздуха), при использовании современной техники урожаи пшениц в 3 тысячи центнеров с гектара совсем не фантастика! Что касается овощей, то они дают значительно больше (несколько урожаев в год): помидоры и огурцы — до 40 тысяч, а редисо-салат (помесь редиса с салатом, позволяющая сделать съедобными «и вершки и корешки») — до 15 тысяч центнеров с гектара!

— Потрясающе! Цена такого урожая, конечно, тоже потрясающая?

— Подсчетами займемся позже. Вспомните о нашей первой беседе: чем высокоурожайнее растение, тем у́же диапазон условий его «комфорта». Искусственному «идеальному» растению нужна столь же идеальная искусственная среда. Цена последней... Что же, здесь наши растения напоминают нас самих: ведь среда жизни человека становится все более искусственной и, следовательно, все более дорогой.

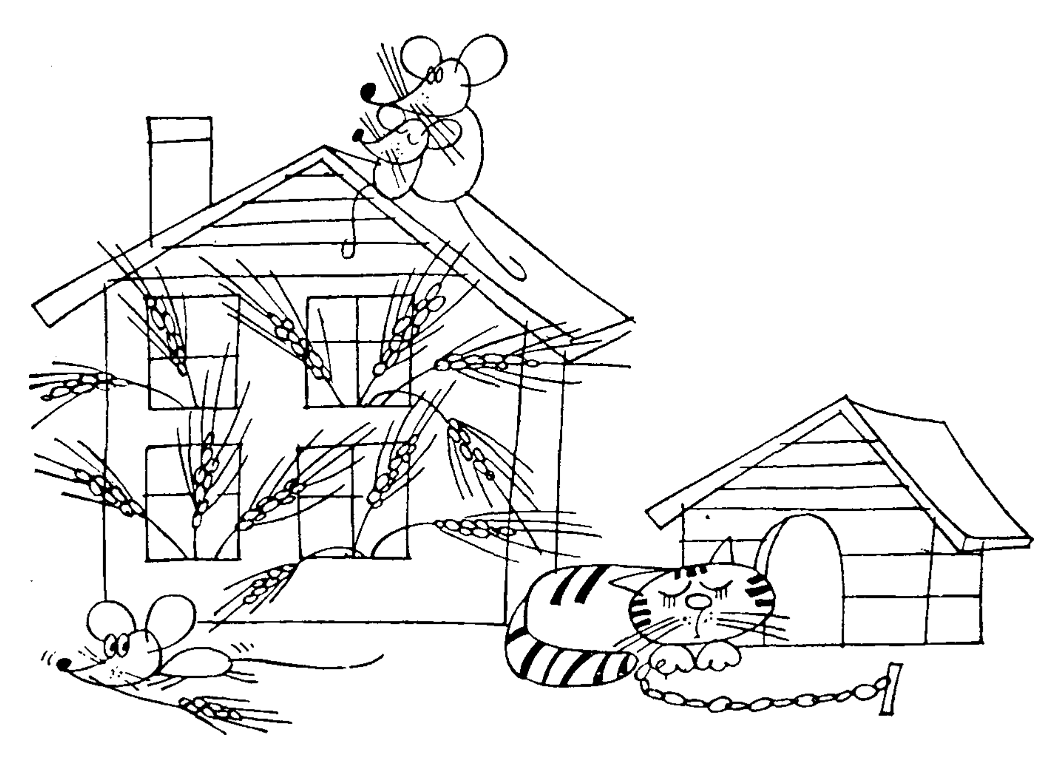
Мы уже не раз подчеркивали, что сельскохозяйственное производство резко упрощает окружающую нас биосферу. Простые, часто однокомпонентные системы (система возделывания одной пшеницы, например) в рамках агросферы должны «работать» за очень сложные многокомпонентные системы нетронутой природы. Но чем больше мы упрощаем, тем сложнее проблемы...

Многообразные растительные сообщества в степи не слишком-то боятся засухи. Как бы ни была капризна погода в данный год, кто-нибудь из членов сообщества да окажется в выигрыше — не лютик, так одуванчик, не одуванчик, так молочай. Дикая степь всегда урожайна, а вот степь пшеничная...

Пшенице нужны влага и пища в строго определенное время и в определенном количестве: от... и до... Поэтому при расчете «цены урожая» культурных растений следует принять во внимание прежде всего «цену потерь». Ковыльной степи не страшна засуха, она лишь слегка снижает синтез органики в бездождливые периоды. А человек в это же время вынужден перепахивать погибшие посевы: на нашем юге практически ежегодно десятки тысяч гектаров. Для нас нет вопроса «Что де-

лать?» в этой ситуации. Выход очевиден: все больше техницизировать сферу жизни растений, обеспечивая их влагой, пищей, защитой от окружающей среды. Сама история развития сельскохозяйственного производства свидетельствует о том, что на этом пути растет гарантированность урожаев...

Сложность природной системы, от которой люди отказались, они заменили на сложную, многозвенную искусственную систему, призванную обеспечить указанную гарантированность и состоящую из селекционных, семе-



новодческих, агрохимических и мелиоративных центров, системы механизации сельскохозяйственных работ, стоящих за спиной всех этих частных систем огромной индустрии машин и материалов. Единственный относительно природный компонент этой системы — поле. Поле, над которым небо то пасмурное и серое, то безоблачное и нестерпимо яркое; поле, над которым порой проносится ураган, а порой стоит полная тишина... Согласитесь, описанная система очень сложна и во многом противоречива. А что бывает со слишком сложными (и тем более противоречивыми) системами, известно очень хорошо...

9 ноября 1965 года произошла «катастрофа века»: за 11 минут на огромной территории США и Канады пол-

ностью отключилось электричество. Перестали двигаться поезда и лифты, погас свет в операционных и на посадочных полосах аэродромов, остановились заводы, застыл металл в электропечах. Зрелище погасших окон Нью-Йорка было настолько невыносимо мрачным, что самоубийц в эту ночь было в несколько раз больше обычного.

Причиной катастрофы была слишком большая сложность единой энергосистемы «Канада — США Восточная». Она, эта сложность, делала немыслимым дублирование всех подсистем общей системы, которые, по теории вероятностей, могли когда-нибудь выйти из строя. В результате достаточно было отказа одного из реле, чтобы...

В сложной системе современного сельского хозяйства мы не в состоянии задублировать все ее подсистемы уже потому, что не все они в нашей власти. Поэтому дальнейшее усложнение приводит не только к увеличению продуктивности, но и к увеличению потенциальной «опасности срыва». Последствия реализации такой опасности (пусть она даже будет крайне редкой) могут быть куда более катастрофичными, чем результаты описанной «катастрофы века». И уж, во всяком случае, абсолютная «цена потерь» будет значительно выше любых неурожаев прошлых веков.

Отсюда-то и следует вывод об относительной призрачности нашей независимости от природы. Похоже, что с течением времени она не только не уменьшается, но и увеличивается: достаточно не сработать одному реле, и...

Обсуждая проблему «земледелия под крышей», надо обязательно иметь в виду эту сторону вопроса. Ведь в таком земледелии есть возможность контролировать все части системы. Кроме того, здесь легко решаются проблемы засорения среды и максимальной концентрации энергии и техники на единице производственной площади. Впрочем, термин «закрытый грунт» все больше стареет. Человек переходит от эксплуатации естественной почвы к использованию искусственных сред.

То, что луковица может расти в стакане с водой, было известно с незапамятных времен. На Нижегородской ярмарке в конце XIX века К. Тимирязев демонстрировал «водную культуру» многочисленных сельско-

хозяйственных растений, однако окончательно «гидропоника» (что в переводе с греческого означает «работа с водой») как производственное направление оформилась лишь в 1940 году, после выхода в свет работ нескольких американских исследователей.

Первая промышленная гидропонная установка — корыто с питательным раствором и вместо земли поддерживающее пористое или перфорированное устройство для растений (модель — луковица в стакане).

Очень скоро оказалось, что, ставшие когда-то сухопутными, растения не слишком склонны к воспоминаниям. Их корни не выдерживают постоянного контакта с водой, поражаются разными заболеваниями; в результате — снижение урожаев по сравнению с «контролем», обычной почвой. Выход нашли в продувании питательного раствора воздухом, однако это удорожает установку.

Тогда гидропоника трансформировалась в «аэропонику». Ее изобретатели утверждают, что их предшественницей была известная ассирийская царица Семирамида, устроившая, по библии, висячие сады.

Одно из чудес света в современной интерпретации выглядит следующим образом. Посадим луковицу (это для наглядности, точно так же можно сажать и любые другие семена) в «стакан» без дна. «Поле» — это длинное решето, в отверстиях которого размещаются семена. Над и под решетом проходят трубы с мелкими отверстиями. По ним насосами подается: внизу — питательный раствор, вверху — обычная вода. Первый кормит корни, вторая освежает листья, чтобы они лучше трудились.

У аэропоники есть и другие варианты, но все они базируются на одном принципе — периодическом опрыскивании растений. Тем самым в отличие от чисто водной культуры к корням получает доступ и воздух. А аэрация им совершенно необходима: какими бы водохлебами ни были огурцы, они все же не водоросли.

В аэропонике плохо одно — быстрое подсыхание корней (на то и теплица, чтобы в ней было тепло!). Поэтому приходится поддерживать повышенную влажность в прикорневой зоне или защищать корни специальными полиэтиленовыми мешочками со сливом (вот вам и индивидуальная теплая уборная!).

Дорого и сложно? Тогда давайте посмотрим, как выглядит агрегатопоника. Она в качестве «корнеобитаемой среды» (более древнее название — земля) использует: песок, гравий, разный по составу и происхождению щебень, шлаки — отходы металлургии, торф, солому и многое другое (в том числе и искусственные синтетические материалы).

Первые десять лет увлечения агрегатопоникой привели исследователей к ошеломляющим результатам: съем растений с одного квадратного метра бетонных корыт, набитых гравием (или другими вышеперечисленными средами) поражал и величиной и дешевизной. В самом деле, в «земляных теплицах» почву приходится периодически обеззараживать — пропаривать, прожигать, а иногда и полностью удалять, заменяя новой. Возни с ней куда больше, чем в поле. А здесь не почва — гравий...

Очень скоро «агрегатопонисты» с огорчением убедились, что они ошибаются. Им пришлось вспомнить, что естественная почва не что иное как продукт, получившийся из того же мелкого гравия, песка и щебня, продукт эрозии горных пород. В тот день, когда самая храбрая водоросль выползла на берег и уцепилась за обломки скалы, в тот день и начался процесс почвообразования. В ходе этого процесса растения кое-что добавляли в камень — собственные отходы, собственные тела... Потом появились черви, нематоды, животные...

Когда первый «агрегатопонист» наполнил гравием первое корыто, посадил в него огурцы и включил насос, он включил и процесс первичного почвообразования. Остатки корней, отходы, потом — микроорганизмы, грибы и бактерии... Через 5—7 лет урожай в гравийной культуре падает до минимума. Приходится опорожнять корыта. А жаль, здесь все так просто: насос прокачивает сквозь гравий питательный раствор, излишки его сливаются во второе — нижнее — корыто (поддон), откуда вновь забираются насосом...

Из создавшегося положения есть два выхода: либо использовать для изготовления почвозаменителей совершенно инертные материалы, либо сделать что-то вроде почвы, но такой, чтобы она не изменялась во времени. И, конечно, во всех случаях хорошо бы иметь такие растения, у которых были бы съедобны и вершки и корешки (вышеупомянутый редисо-салат, например).

Первое направление реализуется с помощью синтетики: разных вариантов гранулированных полихлорвинилов, пенополистиролов и т. д. и т. п. Второе — ориентируется на так называемые ионообменные смолы. Изготавливают их в виде гранул-шариков. В каждой грануле есть все необходимые растению элементы питания. Достаточно заполнить корыто с гранулами чистой водой, как начинается обмен ионами. В воде смолы не растворяются, зато в ее присутствии отдают корням нужные им ионы калия, кальция, магния и железа, а также катионы соединений серы, азота и фосфора. Взамен они получают продукты жизнедеятельности корней: ионы водорода и тому подобные отходы.

Дожив до гидропоники, растениеводство дожило и до того долгожданного момента, когда его можно наконец величать «промышленным». При этом новый титул отвечает вовсе не форме, а самому содержанию принципиально новых процессов выращивания растений. Эти процессы приобрели все основные черты индустриальных: они протекают в полностью искусственной стандартной среде, с оптимальными, регулируемыми параметрами и основываются на использовании стандартных по свойствам материалов — почвы, растений. Не мудрено поэтому, что выращивание последних может теперь производиться не только с помощью машин, но и непосредственно «в машинах», как это принято в металлургии или в машиностроении. Вот несколько примеров...

Представьте себе диск, разделенный на множество одинаковых по размерам лотков-секторов, заполненных стандартной корнеобитаемой средой. Диск медленно вращается, входит в сектор посева, где неподвижно (вот она, полная стационарность техники с сопутствующей ей полной автоматизацией и кибернетизацией!) закреплена сеялка. Устройство, лишь отдельными чертами напоминающее сеялку, производит абсолютно точный посев.

Далее лоток попадает в секторы проращивания и выращивания, где строго по заданной программе идет дождь, сияет солнце (чаще электрическое), веет ветер (часто углекислый), где умеренно тепло и в меру влажно... В секторе уборки стационарные машины чуткими руками изымают растение из «земли», а последнюю тщательно дезинфицируют, промывают и продувают...

Под руководством академика Г. Давтяна, директора единственного в нашей стране Института гидропоники,

сейчас разработаны первые автоматизированные гидропонные фабрики, производящие зеленую подкормку для коров и другого скота и птицы, рассаду, лекарственные растения и многое другое. Освоены и выпускаются промышленностью многоярусные гидропонные установки, в которых выращиваются лук, рассада, зеленый корм.

Итак, растениеводство становится растениепроизводством. Постепенно оно заимствует у индустрии еще одну важную черту — возможность роста не вширь, а вверх, что особенно важно для густонаселенного мира.

Первые многоэтажные фабрики растений в нашей стране построены в Прибалтике и Армении, а за рубежом — в Австрии и Кувейте. Внешне они выглядят, как вертикальные башни — теплицы. Внутри движутся вертикально замкнутые или спиральные конвейеры, несущие растения от одной фазы их жизни к другой. Башни в три раза полнее вбирают в себя солнечную энергию, чем это могут сделать распластанные по земле одноэтажные теплицы, механизация их проще и дешевле, главное же — они занимают мало места и органически вписываются в городской пейзаж (который, вероятно, скоро станет наиболее распространенным на Земле).

Расчеты показывают: чтобы выращивание пшеницы в полностью контролируемой среде стало выгодным, нужно, чтобы эта среда повысила урожай в 200 раз. Согласно Б. Мошкову, возможный урожай пшеницы — 10 тысяч центнеров. Это только в 125 раз больше, но...

...Мировая статистика показывает: уже несколько столетий идет процесс удорожания сельскохозяйственной продукции относительно промышленной. Еще вчера стоимость пишущей машинки равнялась центнеру говядины, сегодня «стоит» всего 10 килограммов, завтра будет стоить в 10 раз меньше.

У промышленной индустрии во много раз больше возможностей, чем у сельскохозяйственной, чтобы «делать быстрее, больше, дешевле». Следовательно, не исключено, что уже в самом недалеком будущем стоимость килограмма хлеба, выращенного методами промышленного растениеводства, окажется меньше, чем выращенного в рамках традиционного растениеводства. Для некоторых других культур «пересечение кривых» уже произошло; первыми на поток становятся овощи: помидоры, огурцы, редис, салат; за ними «тянутся» дыни и кукуруза, лекарственные растения и цветы...

В связи с этим, а также в условиях все большей урбанизации сельское хозяйство многих небольших стран Западной Европы постепенно уходит под крышу. Специалисты уже подсчитали, когда именно крыша укроет все поля Голландии, Бельгии, ФРГ, если сохранятся современные темпы строительства новых теплиц и фабрик. Цифры называют разные: от десяти до ста лет.

Конечно, было бы по меньшей мере наивно думать, что можно будет когда-нибудь укрыть крышей все поля и пастбища. Представьте себе теплицу размером во всю Среднерусскую равнину...

Но нужно ли укрывать все? Достаточно сделать промышленным производство вышеперечисленных наиболее трудоемких культур, чтобы это оказало огромное влияние и на все остальное растениеводство. Работая «рука об руку» с растениепроизводством, оно могло бы, например, получать от него семена и рассаду, саженцы и сеянцы. Это существенно увеличило бы продуктивность традиционного земледелия и улучшило бы гарантированность и качество получаемого урожая.

— А вот с этим я никак не могу согласиться! Мне кажется, что в теплицах выращивают не огурцы, а нечто их напоминающее. И хоть в огурце 95 процентов воды, все-таки, видимо, в поле эта вода — не совсем та вода...

— Ох, уж этот скепсис! Вы мне напоминаете праотца всех критиков — Мома. Был у греков такой бог: пока Зевс работал над созданием быка, Прометей — над человеком, а Афина строила дом, он слонялся без дела и всех критиковал: глаза, мол, у быка не на рогах и ему не видно, кого бодать, сердце у человека внутри тела, и значит, никто не знает, на что он способен, а у дома нет колес, и поэтому домовладелец не может избавиться от докучливых соседей.

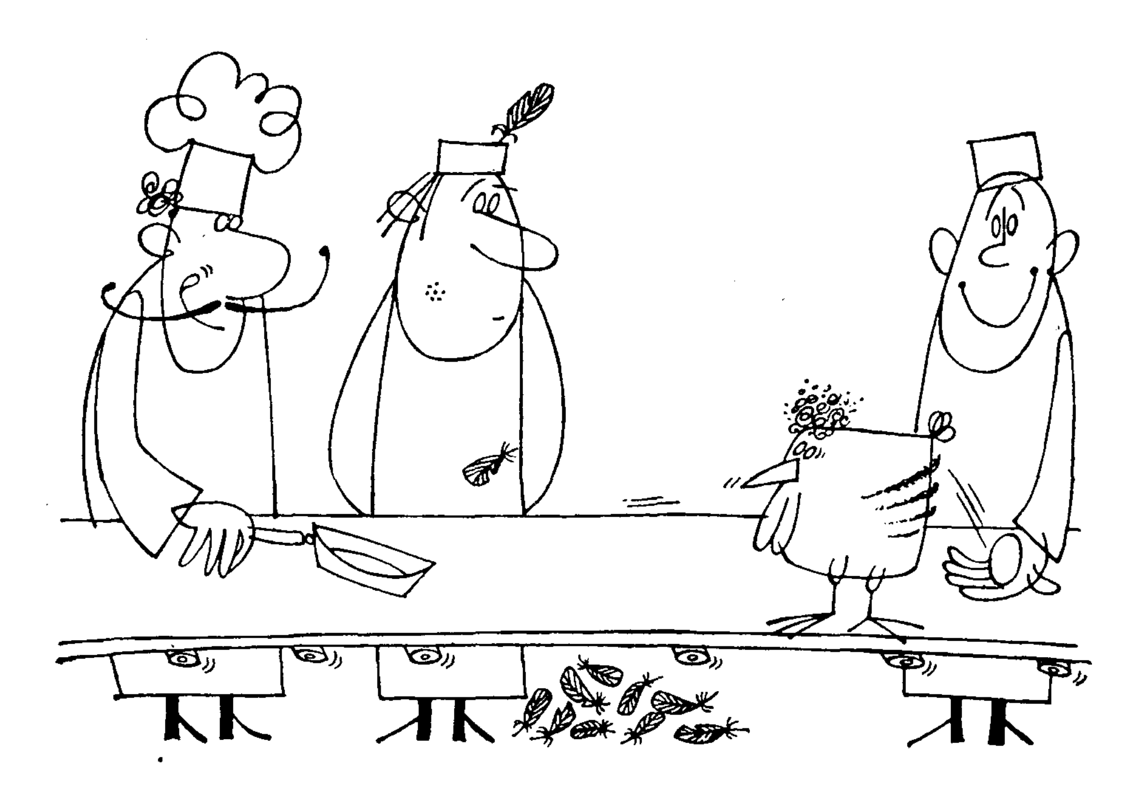
— Что же случилось с Момом?

— Зевс низверг его с высот небесных в Тартар...

Вынужденное путешествие Мома из бездн космических в бездны подземные греческой мифологией не описано. А жаль: поскольку оно должно быть достаточно длительным, хорошо бы узнать, как в старину решали проблему питания космонавтов. Для коротких космических рейсов она может быть решена с помощью достаточного запаса бутербродов. Другое дело — длительные: на несколько лет бутербродов не напасешь... Здесь приходит на ум идея замкнутой экологиче-

ской системы, способной организовать равновесное воспроизводство жизни в ограниченном объеме пространства.

Самый «простой» пример замкнутой экологической системы — это биосфера Земли: вот уже много миллионов лет она продуцирует самое себя, непрерывно обеспечивая условия для своей смерти и возрождения. Как говорил великий мудрец поэт Рудаки: «А мир желает лишь круговращенья».



С тех пор, как человек понял эту истину, а также ту, что он, возможно, уже разорвал замкнутое природное кольцо, ему все настойчивее приходит в голову мысль о создании кольца искусственного. Для длительных полетов в космосе оно совершенно необходимо, однако кто мы, как не космонавты, и что такое наша планета, как не корабль среди звезд? Идея создания замкнутой экологической системы вначале казалась актуальной лишь для тех, кто запускает ракеты, сейчас она не менее актуальна и для более земных профессий...

Любая замкнутая экологическая система (в том числе и биосфера Земли) состоит из трех «подсистем». Первая — восстановительная — обеспечивает усвоение поступающих извне энергии и неживых (минеральных)

компонентов среды и превращает их в живую материю. Это растения, или в более широком научном смысле — автотрофные организмы, подготавливающие пищу для остальных, объединенных второй — окислительной системой. Основной частью ее являются челюсти и желудочно-кишечный тракт. Они обеспечивают переработку запасенных продуктов в тела гетеротрофов.

Жизнь не могла бы замкнуть круг и обеспечить свое существование, не будь смерти. Последняя, отправив гетеротрофов на тот свет, обеспечивает возможность функционирования следующей подсистемы минерализации останков живого. Входящие в нее организмы перерабатывают органику и возвращают ее в исходное минеральное состояние, чем обеспечивают возможность жизни автотрофов и замыкают круг.

Первой простейшей искусственной замкнутой экологической системой, сознательно сконструированной человеком, была система, состоящая из все тех же трех блоков: его самого, водоросли хлореллы и различных автоматических устройств, разлагающих остатки жизнедеятельности первых двух.

Метод конструирования такой системы достаточно прост. Известно, например, что для обеспечения полного поглощения всего углекислого газа, производящегося одним человеком, достаточно 25—40 литров суспензии (механического раствора в воде) хлореллы. Приняв этот объем за 100-процентное удовлетворение этой потребности человека, найдем количество кислорода, выделяемого указанным объемом. Оно несколько выше потребности человека в кислороде, и, значит, система будет постепенно переполняться кислородом. Белков и жиров названное количество хлореллы произведет также больше, чем нужно, а углеводов и серосодержащих аминокислот — меньше нормы... Переберем все жизненные потребности человека и посчитаем, насколько справляется система с их обеспечением. В результате получим ступенчатую диаграмму. Некоторые ее ступеньки доходят до черты «100 процентов», но большинство либо «вылезает» над ней, либо не доходит до нее. Значит, следует подумать, как срезать выступы и чем заполнить впадины. Сделать это можно либо с помощью других организмов, дополняющих хлореллу, либо — частично — с помощью заменяющих искусственных устройств.

Сейчас уже очевидно, что в далекий космос человек

отправится не один и не наедине с хлореллой, а в компании с достаточно большим числом разных растений и животных. В этом путешествии, как и на Земле, жизнь человека будет тем лучше застрахована от неприятных неожиданностей, чем более разнообразен биологический состав путешествующих. Очень уж хрупка и неустойчива простейшая система «человек — хлорелла».

Важнейшая черта искусственной замкнутой экологической системы, как и естественной биосферы в целом, — безотходность. Вот что сейчас привлекает к ней внимание инженера, агронома и зоотехника.

Моделировать круговращение природы — «замыкать круг» человек научился довольно давно, с тех пор, как изобрел конвейер — бесконечную цепь или ленту, бесконечное число раз пробегающую через приводной шкив или звездочку. В 40-х годах текущего столетия он предложил конвейерную систему выращивания растений. Поточная система содержания сельскохозяйственных животных была изобретена немного раньше: первый патент на нее выдали в Шотландии в 1937 году.

Идея «животноводство на конвейере» основывается на принципах, сходных с промышленным растениеводством. Начнем с того же медленно вращающегося плоского круга, имеющего сектора: «кормление», «уход», «уборка отходов», «забой», «дезинфекция»... На его поверхности можно разместить, например, свиней или птиц, разделив их перегородками на ряд отсеков. Соединив несколько таких колец и насадив на общий вертикальный вал, получим башню-ферму...

Экономические расчеты и уже достаточно обширная практика конвейерной системы содержания животных показывают, что в большинстве случаев она слишком дорога и потому малоэффективна. Одной из причин является сложность системы приготовления и раздачи кормов, которая вынуждена сочетать полевую подсистему (в ней увязаны все машины — от плуга до кормоуборочных комбайнов) и подсистему стационарную (машины для переработки растений, их измельчения, смешивания и т. п.). Эта в значительной степени деконцентрированная система плохо согласуется с промышленной конвейерной, основывающейся на применении стационарной техники...

Второй порок промышленного животноводства — тоже в его оторванности от растениеводства. Громадная

концентрация техники, энергетических средств и животных — с одной стороны, и «размазанность» производства по огромной территории — с другой. Ближайшее последствие сосредоточения скота на крупных «комплексах» — трудности с возвратом отходов на поле. Когда почти все 100 процентов жителей Земли могли называть себя крестьянами, проблемы возврата экскрементов и других отходов человека на поля не существовало. Появление городов и канализации знаменовало начало конца органической связи человек — поле. Впрочем, пока коровы помещались в маленьких примитивных коровниках, большой беды в этом не было; сохранялась другая связь: домашнее животное — поле...

Но вот коровы (а также свиньи, куры и все остальные) переселились в капитальные сооружения, которые теперь принято называть животноводческим комплексом. Появились целые города для животных... Урбанизация животноводства — это начало конца цепочки животное — почва. Теперь навоз и другие отходы чаще попадают в реки, чем на поле...

А что, если сочетать промышленное животноводство с промышленным растениеводством, что, если накрыть их одной крышей? В начале 70-х годов такая идея пришла в голову Е. Жуку — одному из научных сотрудников Всесоюзного НИИ сельхозмашиностроения. Сейчас она уже облечена в рамки проекта.

Представьте себе круглое многоэтажное здание, что-то вроде цирка по размерам. Внутренняя часть «цирка» (его «арена») занята под промышленное растениеводство. Здесь движутся горизонтально или вертикально замкнутые конвейеры — «растильни», производящие корм для животных. В качестве основного корма используется зерно ячменя. Оно хранится в центральной башне-хранилище, откуда выбирается специальными механизмами и строго дозированно высевается в лотки гидропонной установки. Корнеобитаемая среда здесь — ячменная солома. Установки-растильни занимают первый кольцевой участок, охватывающий центральное хранилище. Второе кольцо — конвейер животных, периодически движущихся «на поводке».

Два раза в день один из секторов гидропонной растильни выдает созревшую зеленую массу в кормоприготовительную машину. Последняя измельчает ее вместе со «средой обитания» — соломой и сбрасывает в

кормушку. Второй конвейер подводит корову к корму... Встреча растения и животного, таким образом, не разделена ни пространством, ни временем: круглый год один, стандартный по свойствам и всегда свежий корм.

Ну а отходы? С ними тоже не в пример легче, чем на комплексах. Путем метанового сбраживания они превращаются в горючий метан и обеззараженный, без вкуса и запаха ил — великолепное удобрение, которое примешивается к соломе, прежде чем на нее упадут новые семена.

Нетрудно видеть, что описанная система не совсем замкнута: «со стороны» она получает ячменное зерно и солому, а также энергию (метан из навоза покрывает всего 30 процентов потребности). Но зато эта система тоже кое-что поставляет «на сторону» — молоко. Кстати говоря, стоимость его вовсе не так уж ошеломляюща, как кажется на первый взгляд. Напротив, расчеты показывают, что она может быть существенно ниже обычной. Ведь эта система соединяет растениеводство и животноводство, делает их стационарными, предельно энергонасыщенными и автоматизированными. Она не требует расходов на транспорт, на выполнение полевых работ, на неблагодарную работу с навозом и т. д.

Замкнутая экологическая система Е. Жука — одна из наиболее простых. Она состоит всего из нескольких звеньев: растения, животного и бактерий, связывающих их. Существуют и более сложные проекты, на первый взгляд даже сумасшедшие, включающие в вышеописанную систему например... мух (автор этой идеи Ю. Колтыпин.) А между тем уже сегодня мухводство — совершившийся факт, возможно, свидетельствующий о рождении новой отрасли производства.

За один раз муха откладывает 100—150 яиц. В нормальных условиях эту операцию она повторяет аккуратно через 2—4 дня. И без расчетов ясно, что обеспечь мы мухе нормальные условия, и яиц станет бесконечно много. Из яиц очень быстро появляются хорошо известные рыбакам черви — опарыши. Рыба не зря считает их лакомством: они очень богаты жирами и белками.

«Звено из мух» в замкнутой экологической системе выглядит так: навоз — мухи — личинки — рыба — рыбная мука — свиньи — и снова навоз. Впрочем, цепь может быть и покороче, если имеет полную гарантию того, что прудовая рыба получает чистый корм...

Ученые университета штата Южная Каролина (США) разработали собственный вариант замкнутой экологической системы. Они назвали его «конвертером протеина». Это круглое трехэтажное здание, центр которого занимают хранилища, скотобойня и холодильники, административные помещения, вычислительный центр. Верхний этаж под стеклянной крышей — гидропоникум. Здесь выращивают тритикале — гибрид пшеницы и ржи, зеленые растения которого содержат значительно больше протеина, чем исходные формы. Второй этаж, птичник на 200 тысяч голов, получает корм сверху, а отходы отправляет, вполне естественно, вниз. Здесь они после некоторой переработки попадают в... гигантский аквариум, выращивающий прудового карпа или... раков (есть и вариант с морскими омарами). Корм, попадающий на стол водных жителей, производится целиком из навоза (один из вариантов производства — мухи).

Аквариум — самое внутреннее из нескольких жилых колец первого этажа. Следующее за ним населено 22 тысячами свиней (или овец), а два наружных — 35 тысячами голов крупного рогатого скота. Навоз этих животных собирается и подвергается сбраживанию, конечным результатом которого являются метан и удобрение. Последнее используется в гидропоникуме, а метан двумя путями: его можно употребить для отопления конвертера или для... выращивания кормового белка.

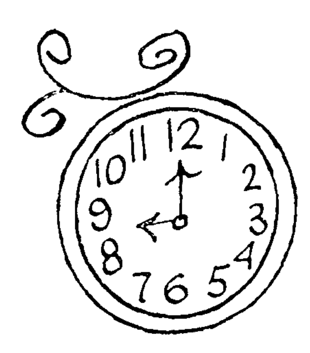
Все рабочие операции и наблюдение за животными ведутся с помощью кранов, двигающихся под потолком по междуэтажным перекрытиям (вспомните «мостовое земледелие»!). В конвертере все предельно автоматизировано, вплоть до контроля за индивидуальным состоянием здоровья животных. Для этого в ухо каждого обитателя вставляют микродетектор...

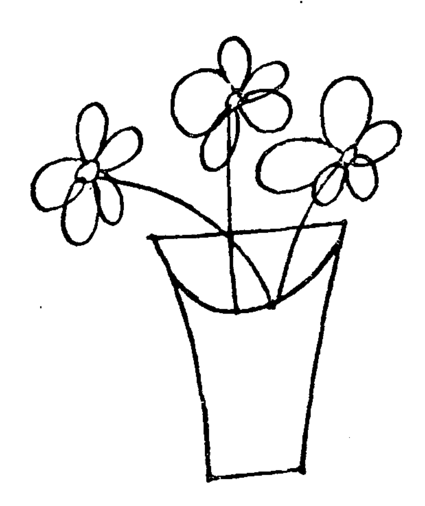
Как и советские авторы замкнутых систем, американские изобретатели конвертера полны оптимизма. Их расчеты показывают, что при очень высокой стоимости сооружения (22 миллиона долларов) срок его окупаемости минимален — всего один год. Если это так, то вполне вероятно, что описанной «призрачной мечте XXI века» предстоит изменить если и не все сельское хозяйство, то, по крайней мере, ту его часть, которая производит животный белок и которую по традиции называют животноводством.



«ЗЕЛЕНАЯ КРОВЬ»







— Не слишком ли мудрено? А вдруг мы — как те салтыковские генералы, что попали на необитаемый остров... Помните, вокруг них зайцы бегают, на деревьях плоды всякие растут, в ручье рыба так и кишит, а они только вздыхают: «Еды-то, еды сколько!» Достать же ее, поймать, ощипать да изжарить не умеют.

— В принципе вы правы. В принципе любой из атомов окружающего нас мира может быть пойман, ощипан и изжарен. Вопрос лишь в том, как сделать его съедобным?

Великий русский ученый Д. Менделеев писал: «Как химик я убежден в возможности получения питательных веществ из сочетания элементов воздуха, воды и земли, помимо обычной культуры, то есть на особых фабриках и заводах».

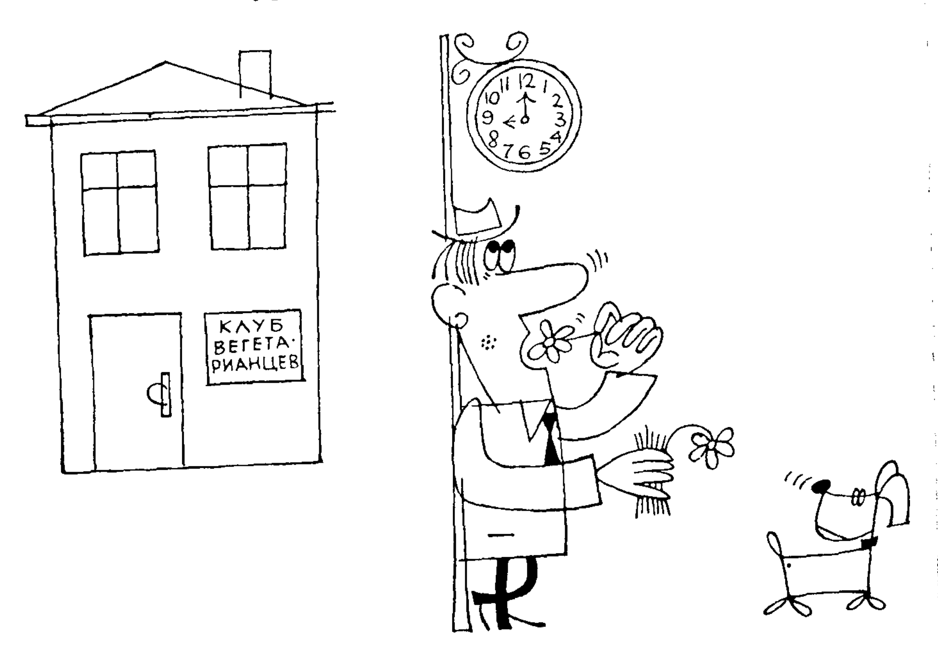
Возможно, мы не так уж далеки от того времени, когда человек научится делать съедобным любой атом, будь он в составе органического или неорганического вещества. Не мешало бы только до этого решить другую, более простую задачу повышения съедобности...

...Эта история началась в один из июльских вечеров 1772 года. Скромный демонстратор по химии (а на современном вузовском языке — ассистент) Французского королевского сада И. Руэль допоздна засиделся в своем кабинете. Накануне он нарвал в саду охапку цветущего болиголова, изрубил его на мелкие кусочки и тщательно растер в мраморной ступке деревянным пестиком. Растение превратилось в густую зеленую кашицу...

Последняя треть XVIII столетия — начало целой научной эпохи. Именно в это время рождается биохимия. Страсть анализировать живые вещества, разлагать их на простые составляющие, искать в них элементарные кирпичики, из которых сложена жизнь, захватила не одного Руэля. Ученые, стоящие у колыбели едва родившейся науки, работали самозабвенно, в полной уверенности, что вот-вот перед ними откроются сокровенные тайны строения живых организмов...

Анализировать, анализировать и анализировать. Руэлю неоднократно твердил эти слова его старший брат Г. Руэль, известный профессор химии, талантливый педагог, в числе учеников которого был великий Ш. Лавуазье. Анализировать, анализировать, разде-

лять... Теперь, когда И. Руэль растер растение, ему следовало отделить жидкую фракцию от твердой. Для этого он использовал нехитрое приспособление, которое не раз видел в руках жены, когда она выжимала сок из собранных в саду ягод. И. Руэль сложил густую кашицу в матерчатый мешок, завязал его и выкручивал руками, как выстиранную простыню, до тех пор, пока сквозь ткань не перестала капать зеленая жидкость. Она пахла, как ей и было положено, травой и оставила несмываемые буро-зеленые пятна на костюме нелов-



кого экспериментатора. Огорченный этим обстоятельством (бюджет демонстратора не позволял слишком часто обновлять гардероб), Руэль решил в этот вечер больше не работать и оставил сосуд с зеленым соком на столе.

Ночь была жаркой и душной. Когда утром следующего дня Руэль вошел к себе, он убедился, что сок забродил — покрылся пеной и начал издавать кисловатый запах. «Значит, соки растений подвержены гниению, точно такому же, как и мертвые ткани животных», — подумал экспериментатор и решил видоизменить эксперимент. Он уже слышал о первых удачных опытах консервирования...

Сок болиголова забродил, значит, Руэль должен был

попробовать убить гнилостные силы. Поэтому очередную порцию сока он поставил на огонь. Через несколько минут термометр показал, что сок должен вскоре закипеть. Незадолго перед этим, к удивлению Руэля, он начал сворачиваться, и теперь на поверхности плавали темно-зеленые хлопья. Это означало, что казавшаяся столь однородной жидкость состояла из двух фаз. Руэль решил отделить их друг от друга и, прекратив нагревание, вновь прибег к фильтрации. Жидкость легко прошла через матерчатый фильтр и приобрела светлый зеленовато-коричневый оттенок. На ткани остался лежать темно-зеленый сгусток, крупинки которого чем-то напоминали любимый Руэлем творог. И действительно, вкус его оказался «вполне приятным», хотя и основательно отдавал обычной травой. Экспериментатор никак не мог отделаться от впечатления, что лежащие перед ним бесформенные сгустки чем-то сродни творогу. Он подсушил их на обычном противне в духовке, и «творог» стал походить на раскрошившийся темный и липкий сыр.

В течение нескольких месяцев Руэль выжимал сок из разных растений, нагревал его, фильтровал, сушил... Однажды слипшийся комок «растительного сыра» упал со стола под ноги собаке экспериментатора. Пес съел его, облизнулся и пристально посмотрел на хозяина. Несколько недель Руэль кормил собаку «растительным сыром» и установил в конце концов, что, хотя мясо она ест охотнее, все же и от «сыра» не отворачивается, а главное, не болеет. Это обстоятельство убедило Руэля, что вещество, полученное им из сока растения, сродни животному белку.

Все лето и осень прошли в опытах. Зимой Руэль написал статью для «Журнала медицины», в марте 1773 года она вышла в свет. В статье демонстратор Королевского сада писал: «Осадки или окрашенные в зеленый цвет части растений построены не из чисто растительных веществ, поскольку в них не обнаруживаются продукты анализа растительных веществ и, наоборот, оказываются продукты анализа животных веществ».

Скажем прямо, большой сенсации статья Руэля не вызвала.

О химическом сродстве травы и мяса знали давно, и не только ученые. Задолго до Руэля наши общие бесфамильные предки ели траву вместо творога, молока и

мяса. Ели да и до сих пор еще едят. Вопрос лишь в корнях и причинах этого.

Сейчас приблизительно две трети человечества придерживаются почти полностью вегетарианской диеты. В рационе китайцев лишь 2—3 процента блюд, имеющих животное происхождение. Значительная часть населения Индии является сторонниками исключительно растительной диеты уже, вероятно, несколько тысячелетий. Вегетарианство здесь освящено религией, которая, по-видимому, стремилась смягчить противоречия между далеко не одинаковым ростом населения и увеличением производства животных продуктов. Вегетарианство же — удел очень многих больших и малых народов тропических и субтропических областей Африки и Южной Америки.

Да что там далекие от нас тропики! Давайте лучше послушаем, что писал В. Короленко всего лишь 80 лет назад.

В начале 90-х годов прошлого столетия в результате нескольких неурожайных лет начался голод в Поволжье. Голодающие десятками тысяч нищенствовали под окнами... «Некоторые местные наблюдатели из сельской интеллигенции пытались завести своего рода статистику для учета»... нищих. Для этого, «разрезав каравай хлеба на множество мелких частей, наблюдатель сосчитывал эти куски и, подавая их, определял таким образом количество нищих, перебывающих за день. Оказывались цифры, поистине устрашающие, и куски исчезали сотнями... Но вдруг своеобразная статистика показала внезапное и резкое падение: это в полях поспела лебеда»... «Подошла весна и накинула на все свой смягчающий ласковый покров. Земля обнажалась; на поля, еще шатаясь, брела тощая скотина, все, что продышало, «выходило на траву», даже и деревенские ребята... Они то и дело мелькали на полях и по оврагам, собирая съедобные травы: пастушку, борщевик, шкерду, дикую редьку, подлиз, от которого трескаются губы, щавель и коновник, куфельки и дягили, коровки и клевер (калачики). Каждая весенняя неделя дает новую траву и разнообразный подножный корм...»

Итак, травоядение, хотя и как следствие голода, возможно. Конечно, ничего «веселого» в нем нет: у того же Короленко вы найдете много абзацев, где описывается, как люди пухли от лебеды и как они умирали даже то-

гда, когда им наконец давали хлеб, потому что «нутро, не принимавшее раньше лебеды, теперь уже не принимало и чистого хлеба».

Но почему «не принимало»?

Вспомним старую пословицу: «дареному коню в зубы не смотрят». Дареному не смотрят, а вот покупаемому обязательно. Хорошие зубы у коня (а также коровы, козы, верблюда и так далее — до носорога и слона включительно) — залог силы и здоровья. Дело в том, что травоядным приходится большую часть жизни тратить на самое тщательное пережевывание пищи. И вот почему.

В отличие от оболочек животных клеток соответствующие оболочки у растений значительно толще и прочнее. У растения они выполняют фактически роль скелета: ведь у них нет костей, как у животных, или хитинового панциря, как у насекомых. Между тем растение едва ли не в большей степени, чем животное, должно заботиться о своей прочности: ведь оно не может ни убежать от урагана, ни стряхнуть с себя намерзший снег и лед.

Стенки клеток молодого растения отличаются от более взрослых. Вновь образовавшаяся растительная клетка окружена тонкой и эластичной оболочкой, способной растягиваться по мере роста: в отличие от животных, которые растут исключительно за счет деления, клетки растения могут вытягиваться до гигантских размеров. В такой молодой клетке много белка, в то время как в зрелой его мало, в ней накоплены главным образом сахара и минеральные вещества.

Как только растительная клетка достигает предельного размера, она принимается «одевать» себя в очень толстую и прочную оболочку. Процесс этот ежегодно наблюдается на наших полях, когда молодые, упругие стебли пшеницы превращаются в жесткую и ломкую солому. Теперь понятно, почему корова предпочитает молодую и свежую траву старой соломе: стенки клеток первой разрушить куда легче. Да и содержимое получше!

Но и для нежной травы требуются очень крепкие зубы: как бы ни были тонки стенки клеток у молодых растений, хлопот с пережевыванием у коровы куда больше, чем у льва! Мало того: чтобы ассимилировать по возможности все, ей, как и другим жвачным животным,

12*

пришлось развить гигантский пищеварительный аппарат — сложный многокамерный желудок, десятки метров кишок! И все из-за толстых стенок растительных клеток!

Надо признать, что, даже несмотря на все это, жвачным так и не удалось до конца победить природу растений. По мере роста растения включают в оболочку своих клеток все больше целлюлозы. А целлюлоза — одно из наиболее устойчивых органических веществ. Разложить ее не в состоянии не только большинство растений, которые ее же и образуют, но и большинство «всемогущих» микроорганизмов.

Кстати говоря, желудок жвачного буквально начинен микроорганизмами. Они очень активно участвуют в пищеварении; более того, корова без них буквально жить не может. Микроорганизмы, поселившиеся в желудке жвачного, если и не переваривают клетчатку-целлюлозу, то, во всяком случае, частично разрушают ее, высвобождают содержимое клеток, усваивают его и, наконец, сами усваиваются организмом животного.

Итак, живые существа, не обладающие сложным желудком и несколькими десятками метров кишок, не в состоянии хорошо усвоить зеленое растение, несмотря на все попытки получше его разжевать. Стенки растительных клеток слишком прочны и упруги; они с большой неохотой отдают принадлежащую им протоплазму. Вот чем объясняются случаи, описанные Короленко, когда голодающие «пухли» от лебеды настолько, что уже и хлеб не могли есть. И вот почему, когда вопросом о растительных зеленых белках занялись в начале 20-х годов английские ученые Т. Осборн и А. Вэйкман, то они подытожили свои размышления следующими словами: «Если мы научимся отделять содержимое клеток от их оболочек и воды, то получим полноценный пищевой продукт».

Фраза эта могла бы быть начертана на знамени, под которым вскоре собралась очень большая группа исследователей из всех стран мира. Эта группа поставила перед собой цель добыть пищевой белок непосредственно из зеленого сока, наполняющего клетки растений. Согласитесь, цель очень заманчива: ведь зеленые растения — самая распространенная и обильная форма жизни на нашей планете.

В последние предвоенные годы за исследование процессов выделения белка из зеленых растений взялся известный английский биохимик Н. Пири. После 1939 года работы, которыми он руководил, были засекречены. Блокада Англии немецким военно-морским флотом делала реальной для Британских островов угрозу голода. В этих условиях промышленное производство полноценных белков из зеленых растений могло бы иметь колоссальное стратегическое значение. Правительство У. Черчилля вначале пошло на значительные субсидии «проблемы Пири». Однако вскоре оказалось, что германские подводные лодки не справляются с задачей полной блокады; Англия продолжала относительно регулярно получать продукты питания из своих колоний, угроза голода отступила.... Ассигнования на проект Пири поуменьшились, скептически настроенные администраторы улыбались, слыша разговоры о «беконе из люцерны», а на просьбы о субсидиях отвечали, что предпочитают натуральные, а не травяные бифштексы... Так получилось, что не в Англии, а в России был впервые осуществлен промышленный опыт производства белка из зеленых растений, опыт, которому в тяжелые годы войны предстояло действительно сыграть определенную роль...

9 августа 1942 года было подписано постановление Совета Народных Комиссаров Союза ССР. В нем были предусмотрены меры по организации производства «концентрата провитамина А» из зеленой растительной массы на нескольких заводах — Самаркандском, Саранском и других. Концентрат предлагалось использовать в пищевых и лечебных целях в госпиталях, детских учреждениях, на промышленных объектах. Использование концентрата было санкционировано другим постановлением — Президиума Ученого совета Наркомздрава СССР, который рассмотрел этот вопрос чуть раньше — 14 июля 1942 года.

Осенью 1942 года в госпитали стали поступать первые партии консервированной зеленой пасты. Быстрота, с которой решался этот вопрос, была вполне оправдана не только нуждой военного времени, но и многими годами труда создателя концентрата профессора А. Зубрилина.

— Не хочу умалять его заслуги, но думаю, что все-таки война, нехватка молока и мяса...

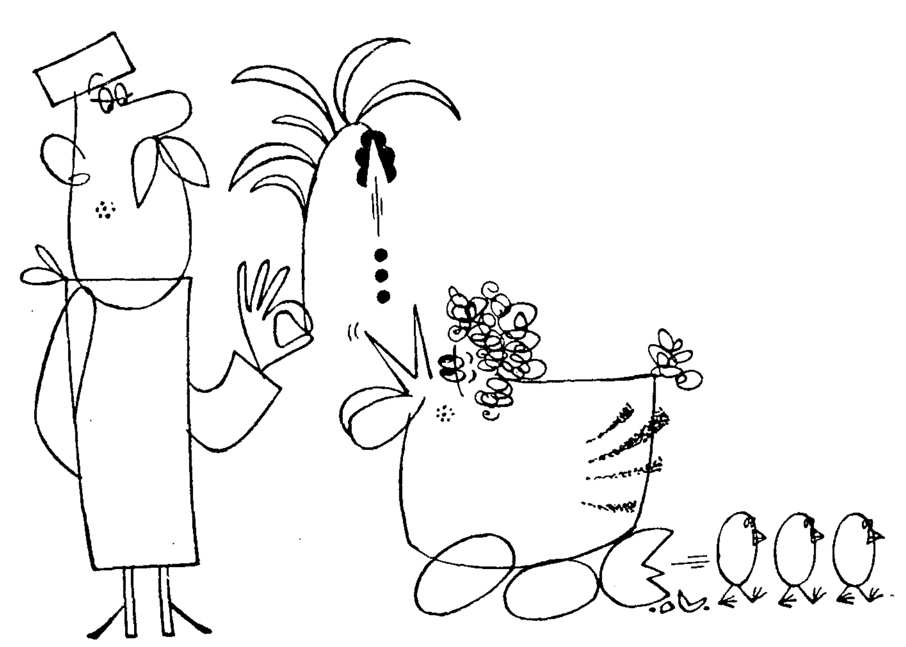
— Этих продуктов не хватало всегда. Тем более что

с течением времени потребность в них возрастает быстрее, чем растет человечество.

— Почему?

— Ну, хотя бы потому, что мы все больше спешим, и для нас проще съесть кусок мяса и выпить стакан молока, чем готовить блюда из лотоса, семян нарду и листьев одуванчика...

Одна из наиболее распространенных форм голода — белковое голодание. Белки — самая важная часть живой протоплазмы, а потому они — основа жизни. Крайне сложные химические вещества эти синтезируются исключительно растениями. Получив от растения его белки, организм животного вначале разлагает их на составные части — аминокислоты, из которых строит собственные. К сожалению, далеко не все растительные белки полноценны. В них не хватает то одной аминокислоты, то другой. Правда, в целом хороший разнотрав-



ный луг в белковом отношении вполне полноценен. И это отлично доказывают жвачные. Собрав, разжевав и проглотив несколько десятков видов трав, они ухитряются превратить их во вполне доброкачественные продукты — молоко и мясо.

Итак, можно смело сказать, что белки, попадающие к нам на стол в виде мясных и молочных продуктов, —

это концентрат из сока растений, как бы процеженный сквозь клеточные структуры животного. Качество этих животных белков, безусловно, выше исходных растительных: ведь в них сконцентрировано и соединено все то, что мог дать животному растительный белок. Тем не менее нет ничего (или, точнее, почти ничего), что отличало бы эти белки друг от друга. И хотя специалисты считают, что человек должен получать около 50 процентов белков растительного и около 50 — животного происхождения, в принципе вовсе не обязательно питаться тем и другим.

Важно лишь, чтобы человек вместе с пищей получал достаточно сбалансированный по аминокислотной композиции белок. Надо сказать, многие народы, еще недавно находившиеся на первобытном уровне развития, успешно выполняли это требование, почти не прибегая к мясу. Правда, для этого им приходилось обеспечивать свой стол чрезвычайно разнообразным меню. Вот, к примеру, жители одной из африканских деревушек на Золотом Береге, как свидетельствуют французские ученые, в 40-х годах текущего столетия использовали для питания 114 видов фруктов, 46 видов бобовых культур и 47 видов овощей и трав.

В среднем их меню приблизительно в 10 раз более разнообразно, чем меню жителей Северной Америки и Европы. И вот почему.

С развитием техники массового производства сельскохозяйственных продуктов ассортимент последних неизбежно снижается. Сейчас ботаники насчитывают на земном шаре около 500 тысяч различных видов растений. А возделывает человек всего 1,5 тысячи. Если же посчитать основные, дающие главные продукты питания современному цивилизованному человеку, то мы едва ли насчитаем сотню растений...

Первобытный человек не просто «вписывался» в окружающую его дикую природу, но и умел утилизировать почти все, что она могла дать и что он мог съесть сырым или после длительной и сложной обработки. Так, например, у индейцев Северной Америки «основу стола» составляли кедровые орехи, желуди, корни мескаля, клубни прудового камыша и дикие разновидности водяного риса.

Практически ни один из видов приведенного перечня не может быть использован в условиях земледельческо-

го производства. Для него из громадного количества известных «дикарю» (и использованных им) растительных видов были отобраны лишь немногие: те, что были наиболее урожайными и требовали наименьших хлопот при возделывании. Представьте себе род человеческий, использующий в пищу главным образом плоды водяной лилии, которую он усердно выращивает...

А между тем упомянутые плоды не просто разнообразили меню первобытного человека, но и были ему необходимы, хотя и в очень небольших количествах. Став цивилизованным, он напрочь забыл об этом. Да если бы и не забыл... Попробуйте-ка регулярно обеспечить население современного города указанными плодами!

Итак, за право стать растениеводом человек заплатил не только тем, что обеднил природу, но и тем, что в такой же степени обеднил свою собственную растительную диету. В результате ему пришлось расстаться и с одним из наиболее мудрых животных инстинктов... Теперь наш аппетит — в значительной мере искусственное желание получить удовольствие от еды, а не удовлетворение специфических потребностей организма.

Инстинкт заменил точный расчет. И этот расчет показывает, что составить полнорационное меню современного человека, сбалансировать его белковую часть исключительно за счет растительных продуктов чрезвычайно сложно. Значительно проще получить ее уже в готовом, полноценном виде через продукты животноводства, которое поэтому и развивается все более интенсивно.

К сожалению, такое развитие не лучший вариант...

Прежде всего следует вспомнить о низком энергетическом КПД животных. По числу килокалорий, «снимаемых» с гектара, «энергетика» молока и мяса проигрывает в десятки раз «энергетике» пшеницы, сои, кукурузы и сахарного тростника.

Но этого мало. «Вторая беда» животноводства — его высокая трудоемкость. За время с 1910 года производство продуктов животноводства на один человеко-час труда выросло, безусловно, значительно. Показатель этот — так называемый «индекс производства» мяса к 70-м годам вырос до 150 процентов по отношению к 1910 году, молока — до 250. И тем не менее этот рост совершенно несопоставим с увеличением индекса производства продуктов растениеводства, который превысил в

указанное время для зерна 500, а для сена и других кормов — 300 процентов.

Правда, с начала 50-х годов в связи с начавшимся процессом индустриализации животноводства индекс производства его продуктов пошел вверх значительно быстрее. И все же весьма сомнительно, чтобы трудоемкость процессов в животноводстве когда-нибудь сделалась равной трудоемкости растениеводческих. Объясняется это вот чем.

Как известно, большинство растений, в отличие от животных, обречено на неподвижность. Растение не может, подобно любому животному, укрыться от жары или холода, дождя или ветра. Именно поэтому природа сделала растение менее прихотливым как по его отношению к комфортабельности существования, так и в отношении питания. За свою подвижность животные платят необходимостью большей энергонасыщенности и большей требовательностью к среде, доставляющей им исходные продукты обмена веществ. Это означает, что человеку приходится строить с каждым годом все более фундаментальные коровники и свинарники, от пола до потолка начиненные различными механизмами и системами, вплоть до обеспечивающих кондиционирование воздуха и искусственное облучение. Растения же продолжают жить под открытым небом...

И еще одна неприятная особенность животноводства: проблема увеличения продуктивности.

Вот, например, урожайность кукурузы в США: с 1933-го по 1975 год она выросла более чем в четыре раза, пшеницы — в три, а продуктивность молочных коров — всего лишь в два раза. Между тем молочное скотоводство едва ли не наиболее быстро развивающаяся отрасль. С «выходом» мяса с одной головы стада крупного рогатого скота значительно хуже: мясная продуктивность за те же 40 лет не увеличилась и в 1,5 раза. Еще хуже с такими показателями, как яйценоскость кур или настриг шерсти с одной овцы. Первая с 1940-го по 1970 год повысилась всего в 1,2 раза (и в дальнейшем почти не росла), второй остался в 1975 году таким же, как и в 1940-м.

Причина столь медленного роста продуктивности животных прежде всего в трудностях, которые стоят на пути селекции. Селекционер-животновод по сравнению с растениеводом находится в более тяжелом положении, когда решает задачи увеличения плодовитости или ско-

роспелости своих подопечных. Большинство животных достигает зрелости медленнее, чем культурные растения. Подавляющая часть последних — однолетние, за год они успевают дать как минимум одно, а то и два-три потомства. Время зрелости нашего главного поставщика животноводческих продуктов — крупного рогатого скота — несколько лет. На оценку качества какой-либо родительской пары по их потомству уходят 7—8 лет, а то и более. Да и число потомков у домашних животных куда меньше, чем у колоска пшеницы...

Одним словом, выбор растениевода более скор, да и материала у него побольше. Поэтому за несколько тысячелетий, в течение которых он отбирал среди растений лучшие образцы, он успел куда больше животновода.

Нужно вспомнить также и о проблеме «порога»...

Сейчас несколько коров-рекордисток перешагнули порог удойности в 20 тысяч литров молока в год. Но это рекордистки! Что касается средней удойности, то вряд ли она когда-нибудь станет выше 10 тысяч литров. По-видимому, эта цифра близка к биологическому лимиту коровы.

Другой биологический лимит — число новорожденных телят. Как известно, двух телят корова приносит исключительно редко. Это не в ее природе. Так что вероятный потолок рождаемости у коров — чуть больше 100 телят на 100 коров... Свиньи, как известно, более плодовиты. Они могут иметь потомство и дважды в год. Предельно возможное число поросят в одном помете близко к 30. Это тоже порог.

Существуют и другие пороги. Например, так называемая оплата корма, то есть отношение привеса животного к весу потребленного им корма. Совершенно очевидно, что больше единицы этот показатель быть не может, Обычно он колеблется от 0,1 до 0,25, иногда поднимается до 0,5 и даже более, но... это предел.

Так вот: специалисты полагают, что современные нам виды домашних животных достигнут всех перечисленных и неперечисленных порогов и пределов не позднее чем через 100 лет. Дальше придет очередь других животных, которых создадут селекционеры. Они могут очень сильно в положительную сторону отличаться от животных современных, но... Но безусловно верно хотя бы одно: чтобы прыгнуть выше предела коэффициента оплаты корма, животное должно научиться черпать энер-

гию не из корма, а из воздуха и солнечных лучей, то есть стать... растением.

Заметим, кроме того, что оплата корма, равная единице (даже если бы ее достижение было возможно), все же не означает, что продукты животноводства будут стоить столько же, сколько и дары полей. Ведь чтобы получить продукцию от животного, во всех случаях придется «профильтровать» упомянутые дары через его организм. А это означает затраты на перевозку кормов, их приготовление и подачу на стол.

Согласитесь, что обидно тратиться на такую дорогую фильтрацию, зная, что, по существу, «нет ни растения, ни животного, а есть один нераздельный органический мир» (К. Тимирязев). К тому же что такое трава? «Трава она и есть трава. Ее много. Она везде. В лесу, в поле, в степи, на горах, даже в пустыне...» (В. Солоухин). И если в жилах зеленых растений действительно течет «зеленая кровь» — сок, белковые свойства которого недалеко ушли от молока, то...

— Итак, переходим, на «соки-воды»... Я в родной стороне пил березовый сок... Нечего сказать — заманчивая перспектива!

— Для питания человека — действительно пока перспектива. Хотя и не столь уже отдаленная. А вот для домашних животных...

— Ну их-то вы можете поить сколько угодно!

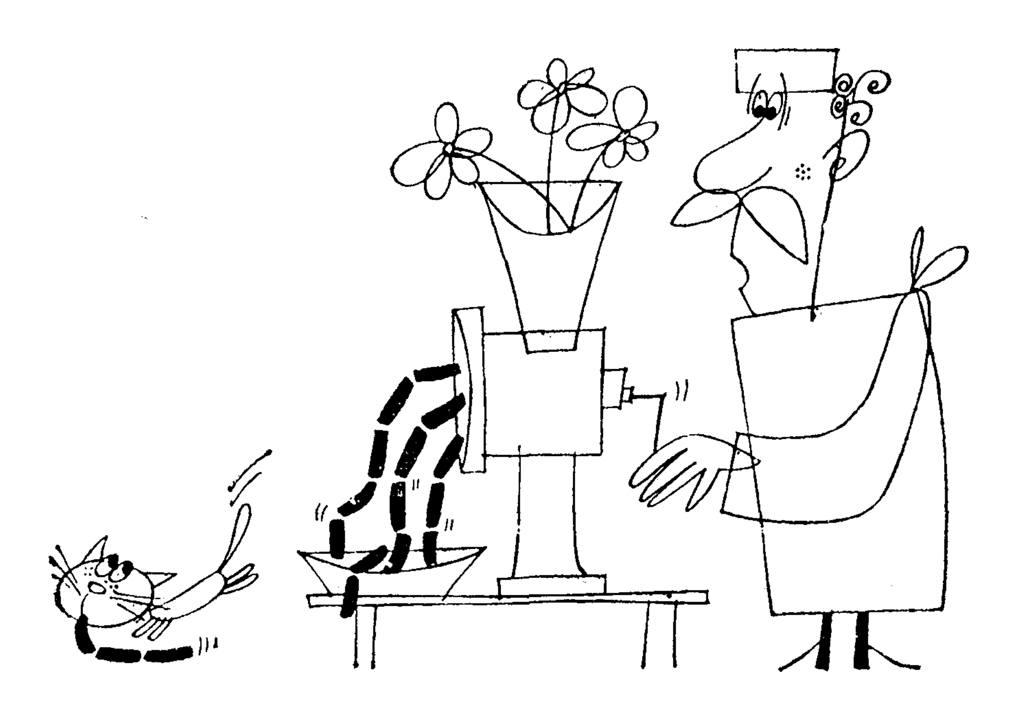
— Не совсем так. И вообще не все так просто в проблеме «зеленой крови растений».

Первый вариант промышленной технологии производства «зеленой крови» был разработан профессором А. Зубрилиным. Уже в этом первозданном виде новая технология ничем не напоминала традиционную, сельскохозяйственную... Да и техника была «несельскохозяйственная».

Для выделения сока Зубрилин использовал промышленные аппараты — роллы для производства бумаги. Предварительно зеленая масса измельчалась с помощью ножевого барабана. Затем она закладывалась в специальную ванну с водой, где перетиралась вальцевым прессом-роллом. По мере перетирания выделялся сок, в чем ему помогала циркулирующая в ванне вода: она вымывала его из разрушенных клеток. Затем сок нагревали, он сворачивался в сгусток — пасту, которую отде-

ляли и консервировали (чаще всего просто вводили соль).

Несмотря на то, что профессор Зубрилин был крупнейшим специалистом по кормам для животных, главной целью его технологии производства «концентрата провитамина А» было получение пищевого и медицинского препарата. И, вероятно, поэтому, несмотря на вполне успешные испытания концентрата, серьезного интереса в послевоенный период он не вызвал. Тогда еще мало кто



думал о проблемах белкового голода и демографического взрыва.

О зубрилинской технологии вспомнили лишь в 60-х годах. Именно в это время в Венгрии группа ученых, объединенных профессором Л. Кохом из Будапештского технического университета, добилась решающего успеха: неподалеку от озера Балатон, у тихого местечка Томаши, заработал первый в мире завод, производящий животный белок без помощи животных.

Процесс, разработанный венграми, получил название «вепекс-процесс». О его основных слагающих фактически уже рассказано...

Завод начинает работать в апреле. В это время он поглощает вику и озимую рожь. В мае начинают косить люцерну. На завод она поступает все лето, сентябрь и

часть октября. Затем наступает очередь осенних культур: кормовой редьки, капусты, на завод свозят ботву свеклы и другие зеленые отходы.

Зеленая масса транспортером подается в специальный измельчитель, а затем — в большой винтовой пресс, обычно используемый виноградарями. Отжатая масса передается на обычную барабанную сушилку, которая превращает ее в травяную муку. Это корм для жвачных. Опыты зоотехников показали, что он ничем не хуже получаемого обычным способом. Дело в том, что в процессе сильного сжатия стенки клеток растений разрушаются. Это улучшает усвоение грубой клетчатки. И несмотря на некоторое обеднение массы, оставшегося в ней белка вполне достаточно для крупного рогатого скота.

Чистый травяной сок проходит сложную и длительную обработку. Прежде всего сок фильтруют, чтобы отделить попавшие в него волокна. Затем нагревают в специальных коагуляторах и разделяют на зеленый творог и жидкую фракцию с помощью центрифуг. Жидкость, «коричневый сок», — отходы «вепекс-процесса». Вначале ее просто выливали, затем обнаружили, что на ней можно выращивать дрожжи. Поэтому на заводе в Томаши появился цех микробиологического синтеза белка.

Основной продукт — зеленый творог — сушат на распылительных сушилках. Температура здесь значительно ниже, чем в барабанных сушилках при производстве травяной муки. Благодаря этому белок практически не разлагается и качество его не ухудшается.

К середине 70-х годов в мире работало уже несколько заводов, производивших белково-витаминный концентрат по технологии, основы которой когда-то были заложены Зубрилиным. Концентраты с успехом заменяли животный белок: мясокостную, рыбную муку. Кое-где начали осваивать и производство пищевых концентратов. В Индии вышла даже поваренная книга с сотнями рецептов блюд, включающих в себя «протеиновый зеленый концентрат».

Состоялись первые официальные дегустации. Специалисты дегустировали колбасы, в которых 20—30 процентов мясного фарша были заменены «фаршем» растительным. Разницы ни во вкусе, ни в качестве продукта обнаружено не было... Что ж, к тому времени этому

никто не удивлялся: ведь искусственная зернистая икра из нефти уже была изобретена. Колбаса же была сделана все-таки не из этого, вовсе неаппетитного продукта, а из вполне натуральной травы.

Но, конечно, основным практическим выходом технологии зеленого протеина остается пока кормовое применение. Теперь, по крайней мере, появилась некоторая надежда, что рыба будет оседать на прилавках магазинов, а не в кормушках свиноферм. А ведь опасность того, что домашние животные в связи с процессом индустриализации животноводства очень скоро вовсе оставят нас без рыбы, существует и по сей день. Достаточно сказать, что если в 1948 году они съедали лишь 8 процентов мирового улова, то сейчас — ровно половину. Таким образом, если удастся замена рыбной муки на муку из травяного сока, это будет означать, что мы избавимся от очень неприятного и очень сильного конкурента.

Однако это не все. По существу, мы еще очень мало знаем о, пожалуй, самом распространенном в живой природе веществе, которое наполняет «жилы» окружающих нас растений. Вот, например, хлорофилл...

Химическая структура хлорофилла повторяет гемоглобин крови. Отличие их друг от друга состоит лишь в том, что в первом железо замещено магнием. А теперь вспомним, что функция гемоглобина — снабжение кислородом животных клеток и тканей. Благодаря кислороду в организме идет интенсивное окисление — сгорание. Таким образом, снабжение кислородом — снабжение энергией. А значит, гемоглобин крови — это поток энергии, своего рода мобильная энергостанция...

Хлорофилл — единственное звено, связывающее Солнце с жизнью на Земле. Зерна хлорофилла — это тоже миниатюрные энергостанции, осуществляющие фотосинтез. Нетрудно, таким образом, понять, что хлорофилл и гемоглобин сродни друг другу не только по химической структуре, но и по выполняемым функциям. М. Граник — биолог, много сил отдавший изучению биосинтеза хлорофилла, считал, что вначале оба вещества были образованы одинаковым путем. Это и обусловило их сродство. И лишь потом, в процессе длительной эволюции, произошло деление на «железную» и «магниевую» ветви. В тот день, когда из одного вещества воз-

никли два: хлорофилл и гемоглобин, разошлись пути растений и животных.

В 1736 году известный немецкий поэт и натуралист А. Галлер писал:

Сначала я был травой —
Существом без желаний...

Точнее было бы сказать: «Сначала я и трава были одним существом». Наша красная кровь и зеленый сок растений действительно сродни друг другу. И может быть, поэтому зеленый цвет — самый приятный для глаза человека, и прав восточный мудрец: «Если хочешь быть здоровым, больше смотри на зеленую траву, на текущую воду и на красивых женщин...»

Использование зубрилинского концентрата провитамина А в медицинской практике показало, что у людей, получавших его, повышалась свертываемость крови, а раны быстрее заживали: хлорофилл увеличивал содержание гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов в крови, улучшал деятельность сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта.

Поэтому же, когда после долгой зимы и «консервной диеты» животные начинают получать зеленый корм, их продуктивность увеличивается... Хлорофилл способствует росту и развитию организма, особенно молодого.

Медицине давно известны препараты на основе хлорофилла: хлорофиллин натрия, используемый для лечения язвы желудка, хлорофилло-каротиновая паста для лечения ожогов и незаживающих ран и язв, фурункулов и некоторых видов экзем. Та же паста с успехом используется и для начинки драже с растворимой оболочкой при лечении желудочно-кишечных заболеваний.

Интересно, что как чисто пищевой продукт для людей хлорофилл не представляет интереса. Более того, считается, что он ухудшает свойства концентрата из сока растений, окрашивая в зеленый цвет и придавая специфический привкус. Поэтому там, где процесс получения белковых концентратов ориентирован на пищевое использование, предусматривается обязательное выделение хлорофилла или, по крайней мере, обесцвечивание продукта. Таким образом, хлорофилл для фармацевтической промышленности можно получать как субпродукт, сопутствующий производству продукта основного.

Целебность экстрактов из зеленых растений объяс-

няется тем, что, помимо хлорофилла, в их соке есть биологически активные вещества: стимуляторы обменных процессов, витамины, так называемые неопознанные факторы роста и т. п. Например, в соке люцерны содержится очень большое количество витаминов. Поэтому после концентрации сока в пасту или сухой порошок обычная люцерна способна дать витаминные драже ничуть не хуже поливитаминов, которыми мы пользуемся сейчас и которые производятся химическим путем.

Особенно много в люцерне витамина Е. Он, как известно, предохраняет от окисления витамин А и повышает жизнеспособность и темп роста организма, способствует лучшему усвоению питательных веществ. В Ленинградском институте витаминной промышленности была разработана технология получения витамина Е из люцерны, реализованная на одном из заводов в Киевской области. Качество выпускаемых препаратов оказалось чрезвычайно высоким, и они нашли признание как в нашей стране, так и за рубежом.

Многие продукты, получаемые при переработке зеленых растений, по-видимому, могут использоваться и как тонизирующие средства при больших физических перенапряжениях. Их можно применять, в частности, при изготовлении так называемых кислородных коктейлей. Индустрия зеленых соков могла бы стать и отличным поставщиком сырья для парфюмерной промышленности. Всем, в частности, известны хвойные сорта мыла и зубной пасты. В их составе содержится 5—8 процентов пасты, приготовляемой из хвои. Поскольку аналогичные биологически активные вещества содержатся во всех зеленых растениях, продукты их переработки могли бы использоваться как для производства мыла и зубной пасты, так и пасты для бритья, различных кремов, жидких моющих средств и т. п. Сейчас для изготовления многих этих продуктов применяют более дорогие морские водоросли.

В настоящее время в Советском Союзе широким фронтом ведутся работы по получению высокоценных белковых концентратов из сока растений. Над этой проблемой работают ученые Москвы и Киева, Запорожья и Ростова, Николаева и Вильнюса. Пока что основное направление — получение кормового белка. Однако исследователи имеют в виду и следующую проблему уже недалекого будущего.

В 1973 году николаевские ученые попытались испечь хлеб с добавкой белково-витаминного концентрата из сока люцерны. Специалисты высоко оценили хлеб: теперь, помимо углеводов, в нем появилось много белка и витаминов.

Дегустаторы шутили, спрашивая, едят ли они один хлеб или бутерброд с колбасой. Исследователи молча улыбались: в «запасе» у них была еще кабачковая икра, джемы, муссы, повидло, обогащенные высокопитательным белком и витаминами из «зеленой крови»...

Приблизительно в это же время английская компания «Плант-милк лимитед» выпустила в продажу «травяное молоко» в бутылках, на этикетках которых было написано: «Это молоко могут пить те, кому противопоказано коровье!»

— Много ли наберется людей с такими противопоказаниями? И кто докажет, что искусственные продукты полезнее естественных?

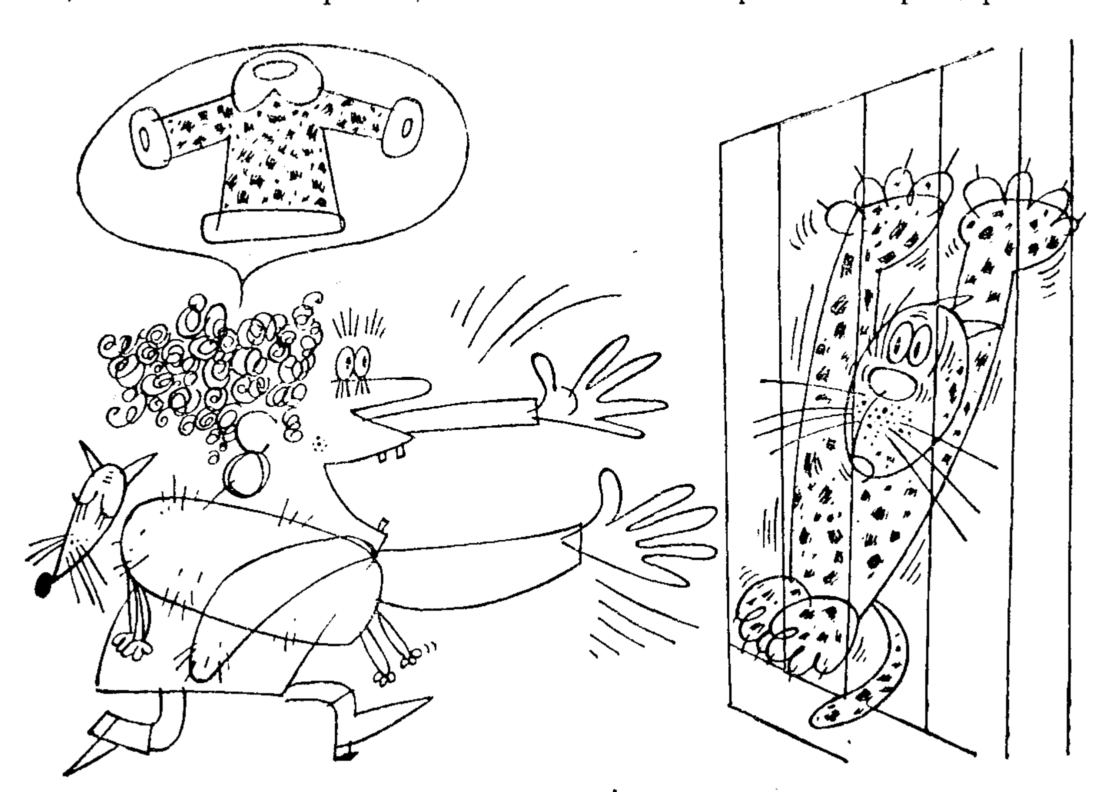
— Строго говоря, все, что мы потребляем сегодня, показалось бы нашему прадеду полностью искусственным и недоброкачественным. А ведь у нас все шансы прожить более долгую жизнь... Но дело не только в этом. Новая технология производства белка вселяет надежду, что сельское хозяйство наконец-то начнет работать вместе с природой, а не против нее.

В 480 году до нашей эры состоялась одна из самых грандиозных военных операций в истории человечества. По своей масштабности она вполне сопоставима с форсированием Ла-Манша в годы второй мировой войны. По свидетельству Геродота, персидский царь Ксеркс, сын великого Дария, высадил на греческом побережье малоазиатское войско численностью более 5 миллионов человек. «Таково было число соединенного войска Ксеркса, — утверждает Геродот. — Числа же наложниц и евнухов я не в состоянии точно сообщить. Также упряжных и вьючных животных и индийских собак, которые шли за войском, никто не в состоянии сообщить вследствие многочисленности. Поэтому-то я не удивляюсь, что некоторые реки иссякли».

За знаменитым сражением в Фермопильском ущелье, где, по свидетельству того же Геродота, 4 тысячи греков сражались против трехмиллионного азиатского войска, последовала битва при Платеях. Здесь Ксеркс был наголову разбит, а греки «нашли палатки, полные золота

и серебра, вызолоченные и посеребренные кровати, золотые чаши и вазы, а также другие сосуды для питья. На колесницах они нашли мешки, в которых оказались золотые и серебряные умывальники. С лежащих покойников они сняли браслеты, ожерелья из золота...»

Из приведенных отрывков Геродотовой «Истории» следует, что персы старались по возможности скрасить тяготы походной жизни комфортабельными кроватями, умывальниками и послушными наложницами и что греки, со своей стороны, не считали зазорным мародерство.



Геродот, однако, ничего не сказал о главном военном трофее, захваченном его соотечественниками при Платеях, трофее, ценность которого многократно превосходила все собранные на поле боя драгоценные предметы. Трофеем этим была... люцерна, известная тогда как «мидийская трава»...

Вполне вероятно, что Геродот немного увлекся, оценивая численность врагов. Указание на то, что некоторые реки Эллады были начисто выпиты ими, конечно, тоже «небольшое» преувеличение. Но оно не вовсе чуждо истине: персы имели многочисленную и прекрасно обученную мидийскую конницу.

Мидия, одна из крупнейших персидских провинций, издавна славилась лошадьми. На ее обширных Несей-

ских равнинах с глубокой древности существовали царские племенные заводы, где содержалось полтораста тысяч лошадей. Основным кормом для табунов служила люцерна; недаром ее арабское название «аль-альфа» означает «первая», «лучшая». Когда Ксеркс вторгся в Грецию, огромный обоз вез с собой не только и не столько наложниц и евнухов, сколько более необходимый привычный корм для лошадей: люцерновое сено...

В южных районах нашей страны при интенсивном орошении за одно лето люцерна успевает отрасти 3—4 раза. Это обеспечивает сбор сырой массы в 500—600 (а иногда и 1000) центнеров, которые несут в себе до двух тонн белка. А знаменитая соя при оптимальных условиях дает в Соединенных Штатах (где получают $^2/_3$ от мирового соевого вала) всего 900 килограммов белка с той же площади. Что касается других «соперников», то их люцерна обходит еще сильнее. Оспаривать ее первенство могут лишь многолетние травы: клевер, ежа сборная, овсяница, русская тимофеевка. В начале 70-х годов норвежские агрономы добились рекордного урожая белка на одном гектаре посева травосмеси овсяницы, ежи сборной и клевера: 20,7 центнера! И это в относительно холодных условиях юго-восточной Норвегии, где для роста растения имеют максимум 200 дней в году!

В субтропических и тропических районах вегетационный период охватывает весь год. Поэтому здесь возможно круглогодовое выращивание трав, с выходом белка с гектара люцерновых посевов не менее 300 центнеров в среднем. Максимальные же урожаи, полученные индийскими исследователями, давали по 40 и даже по 50 центнеров белка с гектара ежегодно!

Правда, в тропиках люцерна уступает первенство другим культурам. Амарантус, например, в условиях Индии может дать до 70, а катран сердцелистный или прутьевидный в условиях Средней Азии — по 50—60 центнеров белка с каждого гектара! Чтобы яснее представить себе, насколько это много, сделаем следующий приблизительный расчет.

Допустим, что 1 гектар люцерны позволил собрать 400 центнеров зеленой массы. При «стандартном» содержании белка (20 процентов от веса сухого вещества) такой урожай обеспечит получение с гектара 16 центнеров белка.

Указанное количество люцерны, скормленное животным, дает возможность произвести 62 центнера молока, или 9,7 центнера говядины, или 13,6 центнера свинины, или те же 13,6 центнера курятины. В пересчете на «чистый белок» это даст соответственно 2,1; 1,8; 2,4; 2,7 центнера.

Таким образом, «белковая продуктивность животноводства» колеблется в пределах от 1,8 до 2,7 центнера белка с гектара. А непосредственно из растения мы можем получить 16 центнеров — почти в десять раз больше! Вопрос лишь в том, в какой форме получается этот белок. Если он остается внутри растительной клетки, то пользы от него для всех, кто не относится к категории жвачных, очень немного. Ну а если удалить грубую клетчатку, то полученный в чистом виде белок зеленого растения ничуть не хуже того, что заключен в мясе. Об этом свидетельствуют анализы аминокислотной композиции люцерны. По этой композиции она никак не хуже мяса.

Но не только люцерна... Когда специалисты повнимательнее изучили белки, экстрагированные из стеблей и листьев многих видов зеленых растений, то убедились, что в общем значительной разницы между ними нет. А это позволяет надеяться получать молоко, не прибегая к помощи коровы, не только из благородной люцерны, но и из всего, что зеленеет на поверхности земли: бурьяна, сорняков, ботвы и отходов, листвы кустарников и деревьев. Вопрос лишь в целесообразности использования диких растений, растущих по обочинам дорог и пустырям, да древесной листвы...

Затраты на сбор и перевозку растений, которые никто не сеял, пока еще слишком велики. Посев и уход за посевом оказываются в этом смысле более выгодными: затраты на уборку и перевозку здесь распределяются на значительно большую массу урожая. Поэтому-то многолетние травы и оказываются «чемпионами»; они дают высокий урожай, а затраты труда на их возделывание значительно ниже, чем, к примеру, на пшеничном поле. Плюс к этому — многолетние травы имеют хорошее свойство защищать почву от эрозии...

Впрочем, если состав сока зеленой травы растений примерно так же однотипен, как и состав нашей собственной крови, то так ли уж обязательно эксплуатировать культурные ландшафты... Не подумать ли о маши-

нах, способных пожинать урожай ландшафта дикого? Ведь в этом случае мы устраняем главную серьезную опасность, которую несет с собой сельское хозяйство: оскудение природы, снижение ее многообразия.

Пока человек оставался собирателем, угрозы однообразия не существовало. В неолите люди эксплуатировали не два-три десятка, а тысячи видов растений, распределяли свое давление на огромные по численности и многообразию зоофитоценозы. В результате опасность срыва равновесия резко снижалась.

Не стоит ли человек в начале новой эпохи, которая вернет нас вновь (но уже на новом уровне) к исходной точке развития, к эксплуатации дикой природы? Создав технику сбора и утилизации зеленой массы листвы и частично стеблей трав и кустарников, деревьев и водорослей, человек мог бы достаточно интенсивно использовать сообщества растений, которые встречаются в лесу и на лугу и которые мы так упорно и долго вытесняли, заменяя монокультурой пшеницы и овса, гречихи и проса...

Вспомните: уже говорилось, что сельскохозяйственное освоение земли, по всей вероятности, не должно превышать трети поверхности суши. Перерастание посевов за пределы этой территории угрожает бесчисленными бедами прежде всего им самим (безмерно повышаются, в частности, расходы на защиту от окружающей среды, на «огораживание»). Специалисты, подсчитав потенциальные возможности современных методов производства пищевых продуктов, пришли к выводу, что человечеству вовсе не грозит их количественная нехватка.

Не количественные, а скорее всего качественные характеристики среды угрожают человечеству. В частности, мы просто не сможем, оставаясь людьми, жить в биосфере, на все сто процентов превращенной в сферу сельскохозяйственного производства. Мы уже давно инстинктивно окружаем себя «бесполезным» ландшафтом парков, лесонасаждений, цветников, просто травяных газонов, наконец.

Рано или поздно, но наступит момент, когда придется выбирать между количеством урожая и качеством жизненного пространства. Рано или поздно это качество станет не менее важным для самого существования рода человеческого, чем полученное количество. И вот в этой-то связи «технология «зеленой крови» — переворот

не только в сфере добывания средств к существованию, но и в сфере деятельности человека, определяющей качество жизненной среды.

Итак, как говорил еще Гиппократ, «устраните причину, тогда пройдет и болезнь». Устранив (хотя бы частично, на части площади) засилье культурных видов — доминантов, устранив монокультуру и заменив ее поликультурой диких, полудиких и специально выращиваемых растительных сообществ, травосмесей, человек устраняет большинство современных болезней сферы сельскохозяйственного производства: теперь она расчленяется травами, травянистыми кустарниками и лесами, обеспечивающими одновременно и качество жизненного пространства, и высокий урожай полноценного белка. Переход к растительным сообществам «ставит в тупик» сельскохозяйственных вредителей: ведь дикая, полная многообразия природа очень устойчива по отношению к любым внешним воздействиям. Это означает, что затраты на армию, воюющую с ними, можно будет тысячекратно сократить (во всяком случае, для подобных условий биологические средства защиты могут оказаться более действенными).

Что касается удобрений, то многолетние травы обладают счастливым свойством накапливать, а не расходовать азот. Значит, технология «зеленой крови» может сократить использование искусственных удобрений, в частности азотных. А это, в свою очередь, означает снижение уровня эвтрофикации водоемов и рек.

Наконец, механизация и энергетика. Здесь человек тоже немало выигрывает. Для сбора листвы природных растительных сообществ потребуются специальные комбайны. Возможно, это будут машины на воздушной подушке или специальные самоходные устройства. И то и другое дорого. Но ведь зато никаких плугов и борон, культиваторов и сеялок, опрыскивателей и протравливателей!

Конечно, если «зеленая кровь» будет собираться с культурных плантаций, то все эти машины (или часть) понадобятся. И все же их количество станет меньшим: перепахивать поле люцерны можно раз в пять-шесть лет...

И последнее: «зеленая кровь» позволит если не полностью, то существенно ограничить всеядность человека.

Если уж мы хотим быть до конца честными перед собой, то должны признать, что всегда были и никогда не переставали быть хищниками. Один из крупных ученых-экологов, американец К. Уайт, по этому поводу выражается совершенно недвусмысленно: «Человек — самый хищный из всех хищников, так как не несет за уничтожение животных «наказания», а лишь переходит к эксплуатации других видов».

Не несет наказания...

Всеядность человека наряду с овладением техникой копьеметания обеспечила ему когда-то небывалые возможности, которыми не обладало до него ни одно природное существо. Так, он смог расселиться по всей планете и фактически забраться на самую вершину трофической пирамиды, связывающей воедино тех, кого едят, и тех, кто ест! Однако то, что человек оказался искуснейшим верхолазом, совсем не означало, что ему удалось «вылезти» за пределы биосферы. Он остался тем же биологическим видом Homo, даже несмотря на приставку sapiens. А первое правило любого биологического вида гласит: «Плодитесь и размножайтесь!» И в полном соответствии с ним человечество продолжает плодиться и размножаться, пытаясь в то же время не свалиться с острой верхушки все той же незыблемо стоящей пирамиды... Бесспорно, конечно, что та техника, которая развилась со времен изобретения копья и лука, продолжает помогать человеку. А вот всеядность?..

Свойства хищности и всеядности делают биологический вид максимально независимым от капризов климата. Живому существу, которое может есть всех, почти безразлично, какой урожай растений, много или мало зайцев бегает по полям или оленей по лесам. Все случайные колебания численности того или иного биологического вида перекрывают друг друга и затухают у вершины пирамиды, где сидит «хищник из хищников», подобно тому, как волны тайфуна на большом расстоянии от эпицентра превращаются в мелкую рябь. Но так продолжается лишь, пока численность «самого хищного хищника» относительно невелика.

Исследования ученых-экологов показывают, что чем ниже положение биологического вида на трофической пирамиде, тем выше его плотность. В африканских саваннах, не тронутых человеком, наибольшая плотность у растительноядных. Наименьшее число животных на

единицу площади характерно для плотоядных; всеядные занимают промежуточное место.

За некоторым порогом плотности всеядного человечества ему угрожает резкое оскудение природы, снижается многообразие (а значит, и устойчивость) окружающей среды, ухудшается ее качество. Единственно возможный, пожалуй, выход — увеличение степени автотрофности, переход к преимущественно растительным продуктам на первой стадии и, возможно, к целиком искусственным, неорганического происхождения, на второй.

Впервые проблему автотрофности человечества поднял замечательный советский естествоиспытатель академик В. Вернадский еще в 20-х годах. Он считал, что избавление от необходимости убивать ради пищи других животных будет означать для людей не только новую, более высокую ступень нравственного совершенства, но и вступление в эпоху неизмеримо огромных возможностей дальнейшего развития и распространения сферы влияния человека на окружающий его мир, сферы, которую В. Вернадский назвал ноосферой — сферой разума.

— Мне кажется, что в этой книге вопросов больше, чем ответов.

— Но ведь так же и в жизни!

— Да, однако куда шагать дальше?

— Сейчас мы стоим на пороге новой великой технологической революции в сельском хозяйстве.

— А что за порогом?

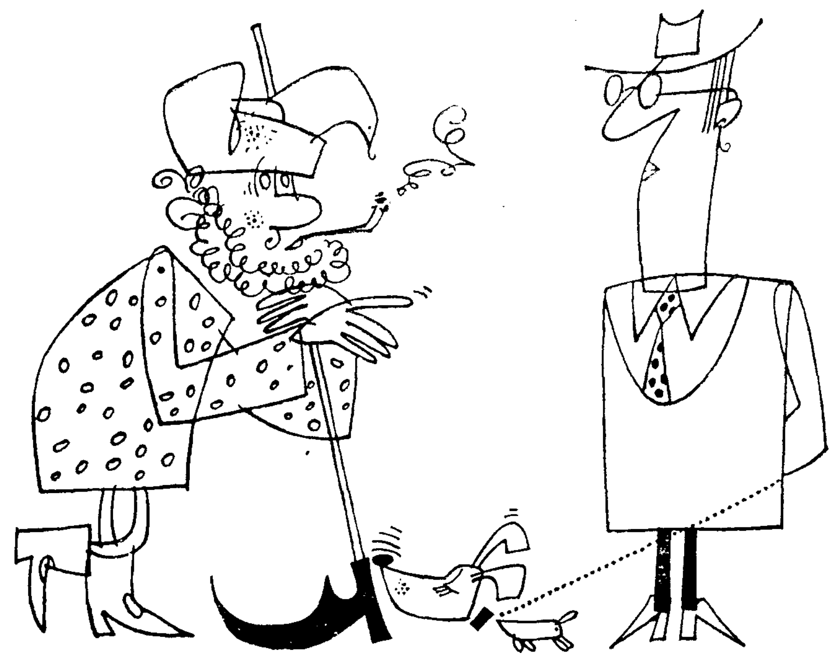
В течение многих веков не было на свете другого вида труда, кроме труда землепашца, который бы в такой степени связывал и закрепощал человека, так ограничивал бы и его материальное благополучие, и духовный мир...

«Вот сейчас из моего окна я вижу: плотно прикрытая снегом земля, тоненькая, в вершок зеленая травка, а от этой тоненькой травинки в полной зависимости мужик... с могучими руками и быстрыми ногами. Травинка может вырасти, а может и пропасть, земля может быть матерью и злой мачехой, — что будет, не известно решительно никому...» — писал Г. Успенский.

Когда рабочий стоит у станка, он является звеном технологического процесса, который целиком зависит от других рабочих, от людей вообще и только от них. Результаты его труда — следствие этого технологического

процесса и существующих социальных отношений; они ни в малейшей степени не зависят непосредственно ни от того, как светит солнце, ни насколько равномерно выпадают дожди. Землепашца же всегда давил двойной гнет: гнет социальный и власть тоненькой «травинки», власть земли, природы вообще.

Между прочим, эта двойная закабаленность крестьянства наряду с другими причинами не позволила ему сыграть столь решающую роль в истории человечества, какая была суждена пролетариату...



«Какова земля — таков и хлеб» — пословица эта есть у русских и немцев, у поляков и англичан... да, пожалуй, у всех народов, знакомых с плугом. Однако, по мнению крестьянина, земля еще не все. «Верь всходам, когда зерно в закром засыплешь», — считает он. Отчего? Ну хотя бы оттого, что если «до Ильина дня (то есть до 2 августа) дождь — в закром, а если после — из закрома». И еще из-за десятка-двух причин.

Власть — ведь это как раз и означает неизвестность: что будет, как и будет ли вообще. И от этого — закрепощенность мысли, обреченность бесконечно вращаться вокруг одной и той же темы, которая не оставляет человека ни летом, ни зимой. «На Юрья мороз — гречихи

воз» — это уж, конечно, суеверие, и тоже от закрепощенности духовной, от страха голодной смерти.

«Мужики суходольские ничего не рассказывали. Да что им и рассказывать-то было! У них даже преданий не существовало. Их могилы безымянны. А жизни так похожи друг на друга, так скудны и бесследны! Ибо плодами трудов и забот их был лишь хлеб, самый настоящий хлеб, что съедается... И подумать только — при Таганке (имя столетнего крестьянина. — *Ю. Н.*) прошел один из самых замечательных веков! Сколько было за этот век переворотов, открытий, войн, революций, сколько жило, славилось и умерло великих людей! А он даже малейшего понятия не имел никогда обо всем этом. Целых сто лет видел он только вот эти коноплянники да думал о корме для скотины!»

Так писал И. Бунин о русской деревне. Так было. Шесть десятилетий, отделяющих нас от деревни Успенского и Бунина, в течение которых свершились две великие революции — социалистическая и научно-техническая — неузнаваемо преобразили мир земледельца. Кончился «идиотизм деревенской жизни», о котором писал когда-то К. Маркс. Причиной конца была Великая Октябрьская социалистическая революция, а средством преобразования деревни — машина.

1 апреля 1921 года В. И. Ленин подписал декрет «О сельскохозяйственном машиностроении». В нем сказано: «Признать сельскохозяйственное машиностроение делом чрезвычайной государственной важности...» В 1923 году в Москве открылась первая Всесоюзная сельскохозяйственная выставка. На территории ее финишировали первые советские испытания тракторов. В них участвовали и иностранные фирмы. Частью испытаний был пробег по 1200-километровой трассе Ростов-на-Дону — Москва. Участники испытаний вспоминали потом, что, когда транспортная колонна проходила через деревни, старухи крестились: «Антихрист грядет». Первое место на испытаниях занял отечественный трактор Обуховского завода...

Еще через 50 лет наша страна обогнала по производству тракторов ведущую капиталистическую державу мира — США. В наши дни село стало потребителем 100 различных профессий; на него работают тысячи профессиональных училищ, техникумов и вузов, среди жителей деревни не сыщешь неграмотного...

Как отмечалось в докладе Л. Брежнева на июльском (1978 г.) Пленуме ЦК КПСС, партия ставит перед собой задачу «в будущей пятилетке завершить комплексную механизацию возделывания всех важнейших сельскохозяйственных культур и гораздо выше поднять уровень механизации животноводства».

Итак, если вчера мы говорили о «просто механизации», то сегодня говорим о «комплексной механизации» сельского хозяйства, о его индустриализации. Этот последний этап принципиально новый. От предыдущих его отличает огромная концентрация и специализация производства — особенности чисто промышленные. Еще вчера почти каждый колхоз или совхоз производил всевозможные продукты: от зерна до куриного яйца и яблок. Сегодня универсальные хозяйства вытесняют специализированные — предприятия, производящие только зерно или только фрукты; хозяйства, откармливающие бычков, но не имеющие своих полей, и хозяйства, производящие корма, но не имеющие собственных бычков. Отрасли сельского хозяйства стали слишком сложными, чтобы можно было заниматься сразу всеми ими... Специализация позволяет поднять производство сельскохозяйственных продуктов еще на одну ступень энергонасыщенности, насыщенности техникой.

Специализация невозможна без кооперации — это старое правило. И, следуя ему, появляются агропромышленные объединения. Это синтез сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности, соединение поля и завода. Это позволяет получать, например, не просто свиней, а свинину — в виде сырых отбивных и готовых к употреблению окороков; не виноград, а вино; одним словом, не сырой продукт, а, по крайней мере, полуфабрикат, который можно отправить в магазин, к потребителю. Тем самым цепь, связывающая наш стол и поле, становится короче, а все звенья ее — не кустарными, а индустриальными.

Сейчас практически любая операция сельскохозяйственного производства либо механизирована, либо может быть в принципе механизированной. Однако техника сама по себе, вне ее применения не существует. Совокупность способов ее применения — это технология, о которой говорилось выше довольно часто и чаще всего в неуважительных тонах...

Несколько тысячелетий назад наши предки охоти-

лись на мамонтов, используя каменные топоры, которыми с завидным трудолюбием подрубали сухожилия на ногах гигантов. Сегодня чей-то сосед выходит на перепелок с шестизарядным автоматом. Огромная разница, но в технике, а не в существе взаимоотношений между охотником и его жертвой. И там и здесь сущностью процесса охоты остается типичная технологическая операция — преднамеренное убийство. Чтобы охота перестала быть охотой, понадобилось не изобретение пороха, а изобретение скотоводства. Чтобы традиционное сельское хозяйство отказалось от своей традиционности и превратилось в биопромышленность, нужно не только изобретение новых тракторов и комбайнов, но и другое...

Сельский пейзаж 2000 года... Он будет так же непохож на современный, как этот последний — на деревню начала XX века.

Прежде всего он должен измениться в сторону «одичания». Без этого человечество не сможет улучшить качество жизненной среды и вернуть ей былое устойчивое многообразие. Чтобы выполнить это условие, придется очень существенно расчленить посевы; вновь перейти к своего рода «чересполосице», устраняющей засилье монокультуры. Искусственные, многообразные по видовому составу растительные сообщества, перемежаемые посевами многолетних трав и травосмесей, насаждениями продуктивных кустарников и лесов, сделают более удобной жизнь птиц и менее комфортабельной — насекомых-вредителей. Появится возможность отказаться от химической и перейти целиком к биологической борьбе.

Рациональное чередование и размещение культурных и полукультурных растительных сообществ позволит сократить до минимума поверхностное внесение минеральных удобрений. Большая их часть (так же как и органических) будет доставляться непосредственно в зону обитания корней вместе с водой. Для этого придется спрятать под землю большую часть сети орошения. Вполне вероятно и другое решение: отказ на больших возделываемых пространствах от земли и переход к открытой агрегатопонике.

Ландшафт должен стать не только более «диким», но и более городским, искусственным.

Выращивание растений под открытым небом, но в синтетической среде, «в бетонных корытах», изолирует часть агроиндустрии от окружающей среды и поэто-

му снижает засоренность последней. Логическое завершение этого направления развития — «уход под крышу» большей части таких отраслей, как овощеводство, цветоводство...

Агроиндустрия будет расти ввысь, она украсится высокими стеклянными башнями гидропонных теплиц. Впишутся в нее и многоэтажные биоконвертеры говядины и свинины, птицы и рыбы... От них, от технологии «зеленой крови», — один шаг до биопромышленности и производства «целиком синтетического» белка.

Это не значит, что нынешнее сельское хозяйство обречено. Новое не может быть построено на пустом месте. Оно всегда и старое тоже. На своем тысячелетнем пути к звездам человек не отказался ни от одного из изобретенных им способов добывания средств существования независимо от их древности. И сегодня, когда человек с гордостью рекламирует синтетическую икру, он продолжает охотиться, ловить рыбу, собирать черемшу и бруснику, гонять по горам скот и возиться в огородах. Человек вбирает в себя все прошлое и каждый раз отвергает его, прокладывая сквозь него путь в будущее.

Чудес не бывает даже в наш век чудес. Тем более не бывает и чудесных решений. Решать же приходится все более фантастически сложные проблемы. Например, чтобы прокормить к 2000 году всех вновь родившихся, следует произвести продуктов больше, чем за все последнее тысячелетие...

Сейчас уже очевидно: единственный путь решения этой проблемы — изменение техники и технологии взаимодействия Человека и Природы. В том числе и прежде всего — сельскохозяйственной.

Выступая на октябрьском (1968 года) Пленуме ЦК КПСС, товарищ Л. Брежнев говорил: «Уже сегодня надо думать о машинах завтрашнего дня, о механизации будущего, базирующейся на принципиально новых процессах, новых видах энергии и материалов».

Нет сомнения, что нам удастся создать эту новую технику и новую технологию задолго до того момента, когда о природе начнут рассказывать такие же сказки, как сейчас о Жар-птице; задолго до того, как Земля перестанет одаривать нас своими богатствами. Все природные ресурсы рано или поздно могут иссякнуть. Все, кроме человеческого разума. Разум — единственное неисчерпаемое богатство нашей планеты.

СОДЕРЖАНИЕ

ЧЕЛОВЕК НА ПЛАНЕТЕ МЗВ

ЭНЕРГИЯ ДЛЯ «ЗЕЛЕНОЙ РЕВОЛЮЦИИ»

РОБОТ У ДЕРЕВЕНСКОГО КОЛОДЦА

РАСТЕНИЕВОДСТВО ИЛИ РАСТЕНИЕПРОИЗВОДСТВО?

«ЗЕЛЕНАЯ КРОВЬ»

ИБ № 778

Юрий Федорович Новиков

БЕСЕДЫ О СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Заведующий редакцией «Эврика» **Н. Лазарев**

Редактор **Л. Антонюк**

Младший редактор **Л. Дорогова**

Художник **Ю. Аратовский**

Художественный редактор **А. Косаргин**

Технический редактор **Н. Чеснокова**

Корректоры: **Т. Пескова, В. Авдеева**

Сдано в набор 24/II 1978 г. Подписано к печати 27/IX 1978 г. А05773. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага № 1. Печ. л. 6,5 (усл. 10,92). Уч.-изд. л. 11,4. Тираж 100 000 экз. Цена 50 коп. Т. П. 1978 г., № 44. Заказ 2427.

Типография ордена Трудового Красного Знамени издательства ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Адрес издательства и типографии: 103030, Москва, К-30, Сущевская, 21.